

# Optical transmitting and receiving module and optical communication system using this

**Patent number:** DE4435928

**Publication date:** 1995-04-20

**Inventor:** FUKUI YUKIO (JP); SUZUKI YOSHIO (JP); INOUE MASAYUKI (JP); OHNISHI KUNIKAZU (JP)

**Applicant:** HITACHI LTD (JP)

**Classification:**

- **International:** G02B6/42; G02B6/34; H04B10/02; H04B10/12

- **European:** G02B6/42C6, H04B10/24A1

**Application number:** DE19944435928 19941007

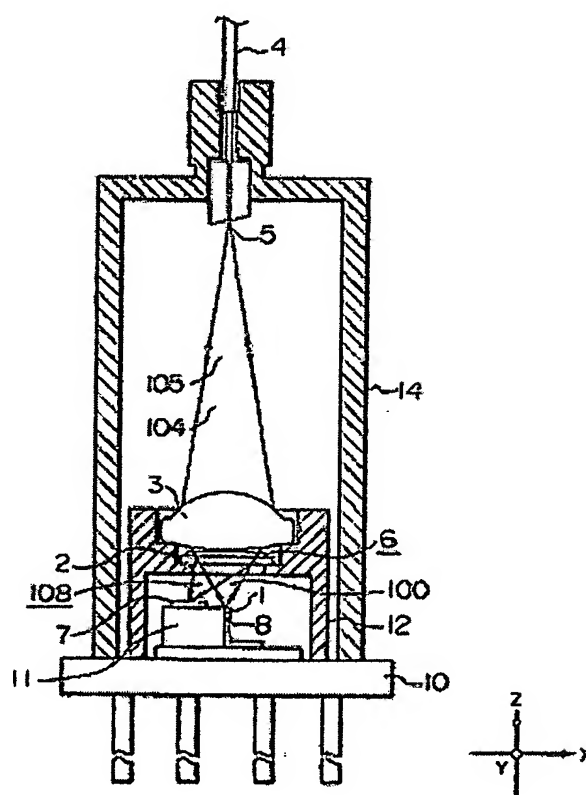
**Priority number(s):** JP19930251700 19931007; JP19940046712 19940317

**Also published as:**

US 5555334 (A1)

## Abstract of DE4435928

What is disclosed is a bidirectional optical transmitting and receiving module of a simplified structure and an optical communication system which uses this module. The optical transmitting and receiving module has a light-transmitting device and a light-receiving device which are arranged inside the same housing which has an opening which is covered by means of a cover glass, as well as a holographic diffraction grating provided on an upper or lower surface of the glass pane. During transmission, a light beam emitted by the light-transmitting device penetrates the diffraction grating in order to be focused, by means of a lens, on an end surface of an optical fibre. During reception, a received-light beam leaving the end surface of the optical fibre reaches the diffraction grating via the lens in order to be diffracted thereby. A diffracted main light beam having a plus sign resulting from the diffraction is focused on a light-detecting surface (light-measuring surface) of the light-receiving device. In this way, a signal can be received in the same way as it is transmitted through the optical fibre in the form of a light signal.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 44 35 928 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 02 B 6/42  
G 02 B 6/34  
H 04 B 10/02  
// H 04B 10/12

21 Aktenzeichen: P 44 35 928.4  
22 Anmeldetag: 7. 10. 94  
43 Offenlegungstag: 20. 4. 95

DE 44 35 928 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31

07.10.93 JP 5-251700 17.03.94 JP 6-048712

71 Anmelder:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Bardehle, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw.; Pagenberg, J.,  
Dr.jur., Rechtsanw.; Dost, W., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;  
Frohwitter, B., Dipl.-Ing., Rechtsanw.; Geißler, B.,  
Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw.; Rost, J.,  
Dipl.-Ing.; Dosterschill, P.,  
Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol., 81679  
München; Kahlhöfer, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,  
40474 Düsseldorf

72 Erfinder:

Ohnishi, Kunikazu, Yokosuka, JP; Inoue, Masayuki,  
Yokohama, JP; Suzuki, Yoshio, Yokohama, JP;  
Fukui, Yukio, Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Optische Sende- und Empfangsbaugruppe und optisches Kommunikationssystem, welches diese verwendet

57 Es ist eine bidirektionale optische Sende- und Empfangsbaugruppe einer vereinfachten Struktur und ein optisches Kommunikationssystem, welches dieselbe verwendet, offenbart. Die optische Sende- und Empfangsbaugruppe weist eine Lichtsendevorrichtung und eine Lichtempfangsvorrichtung auf, die innerhalb des gleichen Gehäuses angeordnet sind, welches eine Öffnung hat, die mit einem Abdeckglas bedeckt ist, sowie ein holographisches Beugungsgitter, welches an einer oberen oder unteren Oberfläche der Glasscheibe vorgesehen ist. Im Sendebetrieb tritt ein von der Lichtsendevorrichtung ausgestrahlter Lichtstrahl durch das Beugungsgitter, um auf eine Endfläche einer optischen Faser durch eine Linse konzentriert zu werden. Im Empfangsbetrieb erreicht ein von der Endfläche der optischen Faser austretender Empfangslichtstrahl das Beugungsgitter über die Linse, um dadurch gebeugt zu werden. Ein gebeugter Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen, welcher sich aus der Beugung ergibt, wird auf eine Lichterfassungsoberfläche der Lichtempfangsvorrichtung konzentriert. Ein Signal kann somit empfangen werden, so wie es durch die optische Faser in der Form eines Lichtsignals übertragen wird.

DE 44 35 928 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 016/535

25/29

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine optische Sende- und Empfangsbaugruppe, die mit einem optischen Übertragungsweg, wie einer optischen Faser, an einem Ende davon zum Übertragen (oder Senden) und Empfangen eines Informationssignals verbunden ist. Insbesondere betrifft die Erfindung eine optische Übertragungsbaugruppe, welche eine Lichtsendevorrichtung und eine Lichtempfangsvorrichtung (Photodetektor) aufweist, die innerhalb eines einzigen Gehäuses zum Ausführen einer bidirektionalen Übertragung von Information oder Daten angeordnet sind. Weiterhin betrifft die Erfindung auch ein optisches Kommunikationssystem, in welchem die oben erwähnten optischen Sende- und Empfangsbaugruppen eingesetzt werden.

In einem optischen Übertragungssystem, wie es beispielsweise durch ein optisches Kommunikationssystem typisiert ist, in welchem ein optischer Übertragungsweg z. B. durch ein optisches Faserkabel (hiernach wird aus Zweckmäßigkeit der Beschreibung der optische Übertragungsweg auch als die optische Faser bezeichnet) dargestellt ist, ist eine bidirektionale optische Übertragungsbaugruppe (hiernach zur Einfachheit der Beschreibung als die optische Baugruppe bezeichnet) als ein Endgerät zum Senden und Empfangen von Information eingesetzt, von welcher Baugruppe eine typische Struktur z. B. in JP-A-62-229206 offenbart ist. Diese optische Baugruppe des Standes der Technik ist aus einer Lichtsendevorrichtung, einer Kollimatorlinse zum Kollimieren des von der Lichtsendevorrichtung ausgesendeten Lichts, einer Lichtempfangsvorrichtung (Photodetektor), einer Kondensorlinse zum Koppeln eines Lichtstrahls zur Lichtempfangsvorrichtung, einer gemeinsamen Linse zum Kollimieren eines Lichtstrahls, der von einer Endfläche einer optischen Faser ausgesendet wird, und einem Pentaprisma block aufgebaut, der mit einem Filter zum Aufzweigen oder Multiplexen bezüglich der Wellenlänge des Lichts vorgesehen ist, wobei die oben erwähnten Komponenten innerhalb eines einzigen Metallgehäuses untergebracht sind.

Das technische Problem der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine optische Übertragungsbaugruppe einer Struktur bereitzustellen, die vorteilhafterweise zur Implementierung in einer geringen Größe bei niedrigen Kosten geeignet ist, und die eine große Gebrauchsfähigkeit in praktischen Anwendungen sicherstellen kann.

Es ist ein weiteres technisches Problem der Erfindung, ein optisches Kommunikationssystem bereitzustellen, welches unter Verwendung der oben erwähnten optischen Sende- und Empfangsbaugruppen strukturiert ist.

Im Lichte des obigen und anderer Ziele, die im Laufe der Beschreibung erkennbar werden, wird gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung eine optische Übertragungsbaugruppe bereitgestellt, welche eine Lichtsendevorrichtung, eine Lichtempfangsvorrichtung (Photodetektor), ein optisches Element (z. B. Linse oder ähnliches) zum Einführen eines Lichtstrahls, welcher von der Lichtsendevorrichtung ausgesendet wird, zu einer vorbestimmten optischen Faser; ein Gehäuse zum Aufnehmen zumindest der Lichtsendevorrichtung und der Lichtempfangsvorrichtung (Photodiode), ein Fenster, welches in dem Gehäuse gebildet ist und mit einem transparenten Material versehen ist (hiernach zur Zweckmäßigkeit der Beschreibung auch als Abdeckglas bezeichnet), und ein Beugungsgitter; das Nuten aus geradlinigen oder krummlinigen Linienzügen aufweist und

an einer oberen Oberfläche oder einer unteren Oberfläche des Abdeckglases vorgesehen ist, aufweist.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung kann das Beugungsgitter so montiert sein, um zusammen mit dem Abdeckglas um eine Achse rotierbar zu sein, welche Achse sich im wesentlichen parallel zu einer optischen Achse des Lichtstrahls erstreckt, der durch das Abdeckglas tritt.

Als die Lichtempfangsvorrichtung kann vorzugsweise eine Lichtsendevorrichtung eingesetzt werden, die eine Lichtempfangsoberfläche einer rechteckigen Form oder einer Trapezoid-Form oder einer elliptischen Form aufweist, wobei sich eine Längsachse (Hauptachse) im wesentlichen parallel mit einer geraden Linie erstreckt, die das Lichtempfangselement und die Lichtempfangsvorrichtung untereinander verbinden.

Weiterhin kann ein optisches Bandpaßfilter (wellenlängenselektives Filter) an einem optischen Weg angeordnet sein, welcher sich von der Endfläche der optischen Faser zur Lichtempfangsvorrichtung erstreckt, und zwar zum Zwecke des Ermöglichens, daß ein Lichtstrahl einer vorbestimmten Wellenlänge hierdurch in selektiver Weise tritt.

Weiterhin sollte eine Beugungseffizienz des Beugungsgitters für einen ersten Lichtstrahl, der aus der Endfläche der optischen Faser tritt und die Lichtempfangsvorrichtung nach der Beugung durch das Gitter erreicht, vorzugsweise größer oder gleich der Beugungseffizienz des gleichen Gitters für einen zweiten Lichtstrahl sein, der von der Lichtsendevorrichtung ausgestrahlt wird und auf die Endfläche der optischen Faser über das Beugungsgitter einfällt.

Zum Realisieren der obigen Bedingungen sollte die Nuttiefe des Beugungsgitters vorzugsweise so gewählt werden, daß die Beziehung, welche durch den folgenden Ausdruck (1) gegeben ist, erfüllt ist.

$$d \approx m \cdot \lambda_2 / (n_0 - n_1) \quad (1)$$

wobei  $d$  die Nuttiefe des Beugungsgitters darstellt,  $n_0$  einen Brechungsindex eines Substratmaterials darstellt, aus welchem das Beugungsgitter aufgebaut ist,  $n_1$  einen Brechungsindex eines Umgebungsmediums darstellt, welches in Kontakt mit dem Beugungsgitter ist,  $\lambda_2$  die Wellenlänge des vorgenannten zweiten Lichtstrahles darstellt, und  $m$  eine ganze Zahl ist.

In einem anderen Ausführungsmodus der Erfindung können die Nuten des Beugungsgitters jeweils in einer sägezahn-ähnlichen Form gebildet sein, und zwar betrachtet im Querschnitt. In diesem Fall sollte die Nuttiefe des Beugungsgitters vorzugsweise die Beziehung erfüllen, welche gegeben ist durch

$$d \geq 0,3 \lambda_1 / (n_0 - n_1) \quad (2)$$

wobei  $d$  die Nuttiefe des Beugungsgitters darstellt,  $n_0$  einen Brechungsindex eines Substratmaterials darstellt, aus welchem das Beugungsgitter aufgebaut ist,  $n_1$  einen Brechungsindex eines Umgebungsmediums darstellt, welches in Kontakt mit dem Beugungsgitter ist, und  $\lambda_1$  die Wellenlänge des zuvor erwähnten ersten Lichtstrahls darstellt.

Weiterhin sollten solche geometrische Bedingungen in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung vorzugsweise so erfüllt sein, daß eine Normale zur Ebene der Endfläche der optischen Faser, auf welche der zweite Lichtstrahl auftrifft, sowie Normale zu den Ebenen innerer Oberflächenabschnitte des Gehäuses, auf wel-

che der erste oder zweite Lichtstrahl oder gebeugte Lichtstrahlen einfallen, welche separat vom ersten und zweiten Lichtstrahl durch das Beugungsgitter erzeugt sind, sich nicht parallel zu den optischen Achsen der gebeugten Lichtstrahlen erstrecken.

In einem weiteren bevorzugten Ausführungsmodus der Erfindung kann als die Lichtsendevorrichtung eine solche Vorrichtung eingesetzt werden, welche sowohl eine Funktion zum Aussenden eines Lichtstrahls gemäß eines vorbestimmten elektrischen Signals als auch eine Photodetektier-Funktion zum Ausgeben eines vorbestimmten elektrischen Signals gemäß einer Lichtmenge des einfallenden Lichtstrahls hat.

Weiterhin ist gemäß einem noch weiteren Aspekt der Erfindung im Lichte der oben erwähnten Ziele ein optisches Kommunikationssystem bereitgestellt, bei dem die oben beschriebenen optischen Übertragungsbaugruppen zum Senden und Empfangen der Information über die optische Faser eingesetzt werden.

Mittels der Strukturen des oben beschriebenen optischen Modulators der Erfindung wird der empfangene Lichtstrahl, der zur optischen Baugruppe durch die optische Faser geführt wird, durch das Beugungsgitter gebeugt, welches an der oberen oder unteren Oberfläche des Abdeckglases bereitgestellt ist, so daß der gebeugte Lichtstrahl auf das Lichtempfangselement (Photodetektor) auftreffen kann, welches in enger Nähe der Lichtsendevorrichtung angeordnet ist. Mit anderen Worten können in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung die Lichtsendevorrichtung und die Lichtempfangsvorrichtung (Photodetektor) merklich näher zueinander angeordnet werden, im Vergleich mit einer optischen Baugruppe des Standes der Technik. Außerdem können die optischen Teile, die in dem Gehäuse untergebracht sind, in einer geradlinigen Matrix angeordnet werden. Diese Merkmale sind äußerst vorteilhaft beim Implementieren der optischen Baugruppe in einer miniaturisierten und vereinfachten Struktur.

Da weiterhin das Beugungsgitter winkelmäßig um die optische Achse angeordnet werden kann, ist es möglich, die Position einzustellen, bei der der Lichtstrahl, der von der Beugung durch das Beugungsgitter resultiert und auf das Lichtempfangselement einfällt, konzentriert ist. Außerdem kann aufgrund der rechteckigen oder trapezoiden oder elliptischen Form der Lichtempfangsoberfläche des Lichtempfangselements ständig eine zufriedenstellende und verbesserte Empfangsleistungsfähigkeit der optischen Baugruppe sichergestellt werden, selbst wenn die Position, bei der der Lichtstrahl auf die Lichtempfangsoberfläche auftrifft, sich begleitend zu möglichen Änderungen der Wellenlänge des empfangenen Lichtstrahls ändern sollte.

Weiterhin können erwünschte optische Übersprechcharakteristiken für den ausgesandten Lichtstrahl und den empfangenen Lichtstrahl realisiert werden, indem auf dem optischen Weg, welcher sich von der Endfläche der optischen Faser zur Lichtempfangsvorrichtung erstreckt, das optische Bandpaßfilter vorgesehen wird, welches erlaubt, daß ein Lichtstrahl einer vorbestimmten Wellenlänge dort hindurchtritt, und/oder indem die Beugungseffizienz im wesentlichen gleich 0 gemacht wird, und zwar für den Lichtstrahl mit einer bestimmten Wellenlänge durch Konstruktion der Nuttiefe  $d$  des Beugungsgitters, so daß die Beziehung, welche durch den vorgenannten Ausdruck (1) gegeben ist, erfüllt werden kann.

Weiterhin kann mit der sägezahn-artigen Konfiguration der Gitternuten im Querschnitt die Beugungseffi-

zienz für den Lichtstrahl einer vorbestimmten Wellenlänge verbessert werden, wodurch die Lichtnutzeffizienz bei der Operation der Informationsübertragung/-empfang letztlich erhöht werden kann, wobei die erwünschten optischen Übersprechcharakteristiken zwischen dem ausgesandten Lichtstrahl und dem empfangenen Lichtstrahl sichergestellt werden.

Weiterhin können durch Verwendung einer Vorrichtung mit sowohl der Sendefunktion als auch der Photodetektierfunktion als die optische Baugruppe ein erster Lichtstrahl, welcher durch diese optische Baugruppe empfangen werden soll, und ein zweiter Lichtstrahl, welcher davon ausgesendet werden soll, gleichzeitig durch die optische Faser in Multiplex übertragen werden.

Wie von der obigen Beschreibung gewürdigt wird, ist gemäß der Erfindung eine bidirektionale optische Baugruppe bereitgestellt, welche in einer kleinen und einfachen Struktur implementiert ist und welche zahlreiche Vorteile vom Standpunkt der praktischen Brauchbarkeit gewährt. Somit trägt die vorliegende Erfindung zur Miniaturisierung und zur preisgünstigen Implementierung der bidirektionalen optischen Send- und Empfangsbaugruppen und somit des optischen Kommunikationssystems bei, in welchem diese eingesetzt werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht, welche schematisch einen Hauptteil einer optischen Baugruppe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine Draufsicht, welche ein Beispiel von Linienzügen von Nuten oder Schlitzen zeigt, die in einem Beugungsgitter gebildet sind, das in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung eingesetzt wird;

Fig. 3 eine perspektivische Teilansicht, die eine geometrische Konfiguration und eine Matrix der Nuten (Schlitze) im Schnitt zeigt;

Fig. 4 eine Draufsicht, welche schematisch eine beispielhafte Struktur für die positionsmäßige Einstellung des Lichtflecks zeigt, welche in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung eingenommen werden kann;

Fig. 5 eine Draufsicht, welche eine beispielhafte Struktur einer Lichtempfangsvorrichtung zeigt, die in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung eingesetzt werden kann;

Fig. 6 eine Teilschnittansicht, welche schematisch eine Struktur der optischen Baugruppe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 7 eine Teilschnittansicht, welche schematisch einen Hauptteil der optischen Baugruppe gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 8 eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung einer Beziehung zwischen der Nuttiefe und der Beugungseffizienz eines Beugungsgitters, welches in der optischen Baugruppe gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung eingesetzt ist;

Fig. 9 eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung einer Beziehung zwischen der Nuttiefe und der Beugungseffizienz eines Beugungsgitters, welches in der optischen Baugruppe gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung eingesetzt ist;

Fig. 10 eine perspektivische Teilansicht zur Veranschaulichung der Querschnittsform von Nuten oder Schlitzen eines Beugungsgitters, das in einer optischen Baugruppe gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung eingesetzt ist;

Fig. 11 eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung einer Beziehung zwischen der Nuttiefe und der Beugungseffizienz eines Beugungsgitters, welches in der optischen Baugruppe gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung eingesetzt ist;

Fig. 12 eine Teilschnittansicht, welche schematisch einen Hauptteil einer optischen Baugruppe gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 13 ein Blockdiagramm, welches schematisch und allgemein einen Hauptteil eines optischen Übertragungssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt; und

Fig. 14 ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Hauptteil eines optischen Informationsübertragungssystems gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt.

Die Erfindung wird nun im Detail in Verbindung mit deren bevorzugten oder beispielhaften Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 ist eine Teilschnittansicht, welche eine optische Baugruppe gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt. In dieser Figur bezeichnet Bezugszeichen 1 eine Lichtsendevorrichtung, welche z. B. aus einer Halbleiterlaservorrichtung o. ä. aufgebaut sein kann. Die Lichtsendevorrichtung oder die Halbleiterlaservorrichtung 1 wird durch einen Ansteuerstrom angesteuert, welcher mit einem zu übertragenden Informationssignal moduliert ist, und sendet einen Lichtstrahl 100 mit einer vorbestimmten Wellenlänge aus. Der Lichtstrahl 100, der von der Lichtsendevorrichtung 1 ausgesendet wird, wird eine Linse 3 über ein Abdeckglas 2 erreichen. Der Lichtstrahl, der durch die Linse 3 getreten ist und durch ein Bezugszeichen 104 bezeichnet ist, wird auf eine Endfläche 5 einer optischen Faser 4 zur dortigen Übertragung konzentriert. (Im folgenden wird der Lichtstrahl 104 zur Zweckmäßigkeit der Beschreibung als der Sendelichtstrahl bezeichnet.)

Auf der anderen Seite erreicht ein Lichtstrahl 105, welcher in einer anderen optischen Baugruppe oder einem Äquivalent davon seinen Ursprung hat, die nun betrachtete optische Baugruppe nach Übertragung durch die optische Faser 4, und nachdem er aus deren Endfläche 5 ausgetreten ist, trifft er auf das Abdeckglas 2, nachdem er durch die Linse 3 getreten ist, indem er dem optischen Weg des Sendelichtstrahls 104 in umgekehrter Weise folgt. (Hiernach wird der Lichtstrahl 105 als der Empfangslichtstrahl bezeichnet.) An der oberen oder unteren Oberfläche des Abdeckglases 2 ist ein Beugungsgitter 6 vom Phasentyp vorgesehen. Das Beugungsgitter 6 weist Nuten auf, die in einem vorbestimmten Gittermuster eingeprägt sind.

Fig. 2 ist eine Draufsicht, die anhand eines Beispiels ein Muster der Nuten 20 zeigt, die in dem Beugungsgitter 6 gebildet sind. In dieser Figur sind Linienzüge der Nuten 20, die in dem Beugungsgitter 6 in einem mittleren Abschnitt davon gebildet sind, schematisch mit durchgehenden Linien innerhalb eines rechteckigen Blocks gezeigt, wobei mehrere Zwischennuten von der Veranschaulichung weggelassen sind. Auf der anderen Seite ist Fig. 3 eine perspektivische Teilansicht zur Veranschaulichung einer geometrischen Konfiguration oder Form der Nuten 20 im Querschnitt. Der Empfangslichtstrahl 105, der durch die Linse 3 übertragen wird und auf das Beugungsgitter 6 einfällt, unterläuft einer Beugung durch das Beugungsgitter 6, woraufhin ein gebeugter Hauptlichtstrahl 108 mit Pluszeichen und ein gebeugter Hauptlichtstrahl 109 mit Minuszeichen zusätzlich zu einem nicht gebeugten Lichtstrahl 107 er-

zeugt werden, welcher durch das Beugungsgitter 6 intakt, so wie er ist, hindurchtrat (d. h. ohne einer Beugung zu unterlaufen). Zu diesem Zeitpunkt sind die gebeugten Lichtstrahlen 108 und 109 Hauptstrahlen jener Strahlen, die aus der Beugung des Empfangslichtstrahls 105 resultieren und die bei einem gleichen Winkel relativ zum nicht gebeugten oder mit nullter Ordnung gebeugten Lichtstrahl 107 jeweils in entgegengesetzten Richtungen gebeugt sind. Diese Lichtstrahlen 108 und 109 werden als der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen bzw. der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen lediglich zum Zwecke der Beschreibung bezeichnet. Von diesen gebeugten Lichtstrahlen trifft der gebeugte Hauptlichtstrahl 108 mit Pluszeichen auf eine Lichtempfangsoberfläche einer Lichtempfangsvorrichtung 7 auf, wie z. B. einer Photodiode o. ä., welche bei einer Position nahe der Lichtsendevorrichtung 1 angeordnet ist. Somit gibt die Lichtempfangsvorrichtung 7 ein Erfassungssignal in Übereinstimmung mit der Intensität des einfallenden Lichtstrahls aus. Das Erfassungssignal wird dann demoduliert und als das Empfangssignal verarbeitet.

Das Beugungsgitter 6, welches die oben erwähnte Funktion aufweist, ist allgemein als das holographische Beugungsgitter bekannt, wobei die schmalen Nuten oder Schlitze zusammen mit Interferenzrändern geätzt werden, welche eine Erscheinung als ein Ergebnis der Überlagerung des Lichtstrahls 100, der von der Lichtsendevorrichtung 1 ausgesendet wird, und des Lichtstrahls 108, der auf die Lichtempfangsvorrichtung 7 konzentriert ist, hervorrufen.

Die Lichtsendevorrichtung 1 und die Lichtempfangsdiode 7 sind fest mit einer Untermontiereinrichtung 11 einer säulenartigen Form verbunden, welche ihrerseits an einer Basis oder einem Sockel 10 befestigt ist, und zwar zusammen mit einer Monitordiode 8, welche zum Überwachen der Lichtausgabe der Lichtsendevorrichtung 1 eingesetzt wird. Die Lichtsendevorrichtung 1, die Lichtempfangsdiode 7 und die Untermontiereinrichtung 11 sowie die oben erwähnte Monitordiode 8 sind innerhalb eines Gehäuses 12 versiegelt, welches eine Öffnung aufweist, die mit dem zuvor erwähnten Abdeckglas 2 versehen ist. Die Linse 3 ist fest an der Oberseite des Gehäuses 12 montiert, wohingegen die optische Faser 4 unbeweglich durch einen Faserhalter 14 gehalten wird, welcher an dem Sockel 10 in einer solchen Anordnung montiert ist, um das Gehäuse 12 abzudecken, und der fest mit dem Sockel 10 durch geeignete Mittel, wie z. B. Schweißen, befestigt ist.

Mit der Struktur der optischen Baugruppe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem das Beugungsgitter innerhalb der optischen Baugruppe montiert ist, wie gezeigt in Fig. 1, kann der Empfangslichtstrahl, wie er durch die optische Faser zugeführt wird, auf die Lichtempfangsvorrichtung 7 auftreffen, welche in enger Nähe zur Lichtsendevorrichtung 1 angeordnet ist. Mittels dieses Merkmals können die Lichtsendevorrichtung 1 und die Lichtempfangsvorrichtung 7 extrem nahe beieinander angeordnet werden im Vergleich zur Struktur einer optischen Baugruppe des Standes der Technik. Außerdem können die einzelnen optischen Teile, die zum Implementieren der optischen Baugruppe erforderlich sind, darin in einer linearen Matrix angeordnet werden. Somit kann die oben offenbarte Struktur einen großen Beitrag zur miniaturisierten und vereinfachten Implementierung der optischen Baugruppe gewährleisten.

Nebenbei versteht es sich von selbst, daß die Anord-

nung der optischen Teile innerhalb der optischen Baugruppe nie auf jene in Fig. 1 gezeigte Anordnung beschränkt ist, sondern, daß viele Modifikationen oder Versionen vorstellbar sind, ohne irgendwelche Materialvorteile aufzugeben. Beispielsweise kann der Faserhalter 14 auf dem Gehäuse 12 obenauf gestapelt sein. Die Linse 3 kann in alternativer Weise fest an dem Faserhalter 14 montiert sein. Weiterhin können das Gehäuse 12 und der Faserhalter 14 in einer integrierten Struktur implementiert sein. Obwohl die optische Baugruppe gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel so angeordnet ist, daß das nicht gebeugte Licht des von der Lichtsendevorrichtung 1 emittierten und intakt durch das Beugungsgitter 6 übertragenen Lichtstrahls als der Sendelichtstrahl verwendet wird, wohingegen der Lichtstrahl, der aus der Endfläche 5 der optischen Faser 4 austritt und auf das Beugungsgitter 6 auftrifft, durch das gleiche Beugungsgitter gebeugt wird, wobei der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen, der von der Beugung resultiert, als der Signalträger-Lichtstrahl verwendet wird, wie er empfangen ist, ist außerdem die Erfindung nie auf eine solche Struktur beschränkt. Beispielsweise kann durch Verwendung des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Minuszeichen oder des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Pluszeichen als den Sendelichtstrahl, während der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen oder einer der gebeugten Lichtstrahlen mit Plus- und Minuszeichen von zweiter oder höherer Ordnung als der Empfangslichtstrahl verwendet wird, im wesentlichen der gleiche Effekt wie im Falle der optischen Baugruppe gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Erfindung erzielt werden.

Als nächstes wird eine Beschreibung eines Einstellmechanismus gegeben, welcher beim Zusammenbauen der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung zur praktischen Anwendung eingesetzt werden kann. Z. B. wird leicht verstanden werden, daß, wenn die optische Baugruppe der Struktur gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, welches in Fig. 1 gezeigt ist, tatsächlich zusammengebaut werden soll, eine Notwendigkeit des Einstellens der Beugungsrichtung auftritt, und zwar dafür, daß der gebeugte Hauptlichtstrahl 108 mit Pluszeichen, welcher von der Beugung des Lichtstrahls resultiert, der von der Endfläche 5 der optischen Faser 4 ausgegeben wird oder austritt, durch das Beugungsgitter 6 richtig auf die Lichtempfangsoberfläche der Lichtempfangsvorrichtung oder der Photodiode 7 (Photodetektor im allgemeineren Sinne) gesammelt oder konzentriert werden kann. Die Einstellung in diesem Sinne kann durch rotierbares Einstellen des Beugungsgitters 6 relativ zur optischen Achse des einfallenden Lichtstrahls, welcher auf das Beugungsgitter auftrifft, oder relativ zu einer Achse, die sich parallel zu dieser optischen Achse erstreckt, realisiert werden.

Fig. 4 ist eine Draufsicht, welche schematisch eine beispielhafte Struktur des oben erwähnten Einstellmechanismus zeigt. Nebenbei sei bemerkt, daß nur das Abdeckglas 2, das Beugungsgitter 6, welches an dessen oberen Oberfläche vorgesehen ist, und die Lichtempfangsdiode 7 zur Vereinfachung der Veranschaulichung auszugsweise gezeigt sind. Da der Empfangslichtstrahl 105 (nicht gezeigt in Fig. 4) auf das Beugungsgitter 6 entlang der Richtung senkrecht zur Zeichenebene auftrifft, läuft der gebeugte Lichtstrahl 108 mit Pluszeichen in der Richtung im wesentlichen senkrecht zu den Nuten oder Schlitzen des Beugungsgitters, und zwar betrachtet in der X-Y-Ebene, um dadurch auf die Lichtempfangsoberfläche der Lichtempfangsvorrichtung

oder der Diode 7 konzentriert zu werden, wodurch ein Lichtfleck 110 gebildet wird. Demgemäß wird, wenn das Abdeckglas 2 um einen sehr kleinen Winkel in der X-Y-Ebene rotiert wird (d. h. um die optische Achse des Empfangslichtstrahls 105 oder eine Achse, die sich parallel zu dieser optischen Achse erstreckt), das Beugungsgitter 6, welches an dem Abdeckglas 2 befestigt ist, ebenso veranlaßt, zu rotieren, was dazu führt, daß der Lichtfleck 110 auf der Lichtempfangsvorrichtung 7 in einer vorbestimmten Richtung versetzt wird (d. h. in der Richtung, welche wenigstens annähernd mit der Y-Richtung übereinstimmt, wie betrachtet in Fig. 4). Auf diese Weise kann eine Einstellung zum Kompensieren der positionsmäßigen Abweichung des Lichtflecks 110 relativ zur Lichtempfangsoberfläche des Photodetektors 7 in einem frühen Stadium des Zusammenbaus der optischen Baugruppe ausgeführt werden. Übrigens kann im Falle der Struktur der optischen Baugruppe, bei der das Abdeckglas 2 fest mit dem Gehäuse 12 verbunden ist, die oben beschriebene winkelmäßige Einstellung durch winkelmäßiges Einstellen des Gehäuses 12 relativ zum Sockel 10 realisiert werden, woran das Gehäuse 12 verbunden oder geschweißt mit dem Sockel 10 ist.

Zu diesem Zeitpunkt sollte erwähnt werden, daß der gebeugte Hauptlichtstrahl 108 mit Pluszeichen, welcher von der Beugung durch das Beugungsgitter 6 resultiert und auf die Lichtempfangsdiode 7 konzentriert ist, einer Änderung bezüglich des Beugungswinkels (d. h. des Winkels, der zwischen der optischen Achse des nicht gebeugten Lichtstrahls und des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Pluszeichen oder des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Minuszeichen gebildet ist) in Abhängigkeit von der Wellenlänge des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Pluszeichen unterläuft. Aus diesem Grunde wird, wenn sich die Wellenlänge des Empfangslichtstrahls 105, der auf das Beugungsgitter 6 einfällt, aufgrund eines Faktors, wie einer Temperaturänderung, ändert, der Lichtfleck 110 auf der Lichtempfangsdiode 7 in der Richtung versetzt, welche das Beugungsgitter 6 und die Lichtempfangsdiode 7 verbindet, wie veranschaulicht in Fig. 5. Unter diesen Umständen sollte, um zu verhindern, daß der Lichtfleck 110 von der Lichtempfangsoberfläche der Lichtempfangsdiode 7 ungeachtet der Änderung in der Position des Lichtflecks 110 aufgrund der Variation in der Wellenlänge weg versetzt wird, vorzugsweise als die Lichtempfangsdiode 7 eine solche Lichtempfangsvorrichtung eingesetzt werden, welche eine Lichtempfangsoberfläche oder ein Lichtempfangsflächenmaß hat, das sich über eine genügend große Länge zumindest in der Richtung des Versatzes des Lichtflecks 110 erstreckt, d. h. in der Richtung, welche das Beugungsgitter 6 und die Lichtempfangsdiode 7 untereinander verbindet. Fig. 5 ist eine Draufsicht, welche anhand eines Beispiels eine Struktur einer optischen Baugruppe zeigt, welche in der Lage ist, mit dem gerade oben erwähnten Problem umzugehen. Nebenbei sind in Fig. 5 nur das Abdeckglas 2, das Beugungsgitter 6 und die Lichtempfangsdiode 7 gezeigt, ähnlich zu Fig. 4. In dem in Fig. 5 veranschaulichten Fall ist angenommen, daß die Richtung, in der der Lichtfleck 110 aufgrund der Änderung der Wellenlänge versetzt wird, mit der X-Achse übereinstimmt. Somit weist die Lichtempfangsdiode 7 eine Lichtempfangsfläche auf, die eine Seite a in der X-Richtung hat, welche länger als eine Seite b in der Y-Richtung ist. In diesem Zusammenhang sei jedoch angemerkt, daß das Lichtempfangsflächenmaß oder die Oberfläche der Lichtempfangsdiode 7 nie auf eine längliche rechteckige Form beschränkt ist, sondern

in einer elliptischen oder trapezoiden Form implementiert werden kann.

Weiterhin ist die Position, bei der die Lichtempfangsdiode 7 montiert ist, nicht auf jene in den Fig. 4 und 5 gezeigte beschränkt, sondern die Lichtempfangsdiode 7 kann an irgendeiner gegebenen Position angeordnet werden, solange sie innerhalb des Gehäuses 12 untergebracht werden kann. In diesem Zusammenhang sei jedoch bemerkt, daß, wenn die Position der Lichtempfangsdiode 7 geändert ist, die Anordnung oder Orientierung des Beugungsgitters 6 natürlich so angepaßt werden muß, daß der gebeugte Lichtstrahl, wie er ausgewählt ist, auf die Lichtempfangsdiode 7 konzentriert oder fokussiert werden kann. Außerdem sei zu erwähnen, daß die Anzahl der Lichtempfangsdioden 7 nicht auf eine beschränkt ist, sondern daß zwei oder mehr Lichtempfangsvorrichtungen vorgesehen sein können. Beispielsweise kann ein Paar von Lichtempfangsvorrichtungen bei symmetrischen Positionen relativ zur Lichtsendevorrichtung entgegengesetzt zueinander angeordnet sein, wobei die Lichtsendevorrichtung somit in einer mittleren Position zwischen den Lichtempfangsvorrichtungen angeordnet ist, so daß der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen und der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen jeweils durch die paarweisen Lichtempfangsvorrichtungen empfangen werden können. Mit dieser Anordnung kann die Lichtnutzeffizienz oder -verfügbarkeit beim Signalempfangsbetrieb deutlich zu einem großen Vorzug verbessert werden.

In dem Fall der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele ist angenommen worden, daß ein einziger Typ eines Lichtsignals durch die optische Faser übertragen wird. Es sollte jedoch anerkannt werden, daß die optische Baugruppe gemäß der Erfindung gleichermaßen Anwendung bei einem System finden kann, wo zwei oder mehr unterschiedliche Typen von Lichtsignalen behandelt werden können. In diesem Fall verhält sich jedoch jedes der Lichtsignale wie Streulicht bezüglich des anderen Lichtsignals, wobei ein optisches Übersprechen erhöht wird. Demgemäß müssen Maßnahmen zum Vermindern des optischen Übersprechens ergriffen werden.

Fig. 6 ist eine Teilschnittansicht zur schematischen Veranschaulichung einer Struktur der optischen Baugruppe gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In der optischen Baugruppe gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die vorgenannten Maßnahmen zum Vermindern des optischen Übersprechens in dem Fall getroffen, bei dem zwei oder mehr unterschiedliche Typen oder Arten von Signallicht zu behandeln sind. In Fig. 6 sind die gleichen oder ähnliche Teile, wie sie in Fig. 1 gezeigt sind, durch ähnliche Bezugssymbole bezeichnet.

In dem System, auf welches die in Fig. 6 gezeigte optische Baugruppe angewandt ist, wird angenommen, daß zwei unterschiedliche Typen von Lichtsignalen mit gegenseitig unterschiedlichen Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  durch das Medium der optischen Faser 4 übertragen werden. In der optischen Baugruppe ist das Beugungsgitter 6 an der oberen Oberfläche des Abdeckglases 2 vorgesehen. Auf der anderen Seite ist an der unteren Oberfläche des Abdeckglases 2 ein optisches Bandpaßfilter 30 (wellenlängenselektives optisches Filter) vorgesehen, welches so konstruiert ist, um zu ermöglichen, daß der Empfangslichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_1$  (bezeichnet durch 105a in Fig. 6) dadurch hindurchtritt, wohingegen der Empfangslichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_2$

(bezeichnet durch 105b in Fig. 6) reflektiert wird.

Zu diesem Zeitpunkt sollte jedoch erwähnt werden, daß, obwohl das optische Bandpaßfilter 30 auf der unteren Oberfläche des Abdeckglases 2 im Falle der in Fig. 6 gezeigten optischen Baugruppe angeordnet ist, die Anordnung des optischen Bandpaßfilters 30 nie auf diese Position beschränkt ist. Mit anderen Worten kann das optische Bandpaßfilter 30 bei irgendeiner gewünschten Position angeordnet werden, solange es in dem optischen Weg liegt, welcher sich von der Endfläche 5 der optischen Faser 4 zur Lichtempfangsdiode 7 erstreckt. Z. B. kann das optische Bandpaßfilter 30 an der oberen oder der unteren Oberfläche der Lichtempfangsdiode 7 angeordnet sein.

Obwohl die Signallichtstrahlen jeweils sich voneinander unterscheidende Wellenlängen haben, um zu ermöglichen, daß die mehrfachen Lichtstrahlen, die durch die einzige optische Faser übertragen werden, selektiv im Falle des in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiels empfangen werden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine solche Anordnung beschränkt. Ein anderes Verfahren zum selektiven Empfangen der Signallichtstrahlen kann gleichermaßen angewandt werden. Beispielsweise ist ein Verfahren des selektiven Signalempfangs vorstellbar, welches auf dem Unterschied in der Polarisationsrichtung zwischen den Signallichtstrahlen beruht. Mit anderen Worten wird eine optische Faser 4 verwendet, die in der Lage ist, die Polarisationssebene beizubehalten, wobei ein Polarisationsfilter anstelle des oben erwähnten Bandpaßfilters 30 eingesetzt wird. In diesem Fall kann ein gewünschter Signallichtstrahl selektiv aus einer Vielzahl von Signallichtstrahlen empfangen werden, welche jeweils unterschiedliche Polarisationsrichtungen haben.

Wenn eine Vielzahl von Signallichtstrahlen mit gegenseitig unterschiedlichen Wellenlängen durch eine einzige optische Faser übertragen werden, bewirkt eine Beugung dieser Signallichtstrahlen durch das Beugungsgitter Unterschiede unter diesen bezüglich des Beugungswinkels des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Pluszeichen und des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Minuszeichen in Abhängigkeit von der Differenz in der Wellenlänge. Durch Ausnutzung dieses Phänomens ist es auch möglich, eine Vielzahl von Signallichtstrahlen diskret und unabhängig voneinander zu empfangen. Fig. 7 ist eine Teilschnittansicht, welche schematisch einen Hauptteil der optischen Baugruppe gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, welche so angeordnet ist, um in der Lage zu sein, eine Vielzahl von Signallichtstrahlen diskret und unabhängig zu empfangen, indem von der oben beschriebenen Differenz im Beugungswinkel Gebrauch gemacht wird. In Fig. 7 sind ähnliche oder gleiche Teile, wie sie in den Fig. 1 und 6 gezeigt sind, durch ähnliche Bezugssymbole bezeichnet.

Bezugnehmend auf Fig. 7 in der optischen Baugruppe gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird angenommen, daß ein Empfangslichtstrahl 105a mit einer Wellenlänge  $\lambda_1$  und ein Empfangslichtstrahl 105b mit einer Wellenlänge  $\lambda_2$ , welche sich von der Wellenlänge  $\lambda_1$  unterscheidet, wobei angenommen ist, daß  $\lambda_1 > \lambda_2$ , das Beugungsgitter 6 über die Linse 3 erreichen. Als Folge der Beugung durch das Beugungsgitter 6 treten gebeugte Hauptlichtstrahlen 108a bzw. 108b mit Pluszeichen auf. Jedoch erfährt im allgemeinen, wenn Lichtstrahlen unterschiedlicher Wellenlängen auf das gleiche Beugungsgitter eintreffen, der Lichtstrahl mit der längeren Wellenlänge einen größeren Beugungswinkel für sowohl den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen

als auch den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen. Als eine Folge davon ist in der in Fig. 7 gezeigten optischen Baugruppe der gebeugte Hauptlichtstrahl 108b mit Pluszeichen mit einer längeren Wellenlänge  $\lambda_2$  auf eine Position konzentriert, die von der Lichtempfangsvorrichtung 1 weiter entfernt ist als der gebeugte Hauptlichtstrahl 108a mit Pluszeichen mit der Wellenlänge  $\lambda_1$ , welche kürzer als die Wellenlänge  $\lambda_2$  ist. Demgemäß ist ein Paar diskreter Lichtempfangsvorrichtungen 7a und 7b bei Positionen angeordnet, wo die gebeugten Hauptlichtstrahlen 108a und 108b mit Pluszeichen auf diese Lichtempfangsvorrichtungen separat voneinander auftreffen können. Somit können die Empfangslichtstrahlen separat oder unabhängig voneinander behandelt werden.

Es sei nun auf die optische Baugruppe gemäß dem in Fig. 6 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung eingegangen, wobei das optische Bandpaßfilter zum selektiven Empfangen einer Vielzahl von Lichtsignalen mit zueinander unterschiedlichen Wellenlängen eingesetzt wird. In diesem Zusammenhang sollte angemerkt werden, daß die Wellenlängenselektierfunktion ähnlich oder äquivalent zu jener des optischen Bandpaßfilters auf das Beugungsgitter selbst aufgeprägt werden kann, indem die Tiefe der Nuten (Schlitze) des Beugungsgitters gesteuert oder reguliert wird. Als nächstes wird eine optische Baugruppe gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei der die Wellenlängenselektierfunktion dem Beugungsgitter selbst verliehen ist, mit Bezug auf Fig. 8 beschrieben werden.

Fig. 8 ist eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung einer Beziehung zwischen einer Nut- oder Schlitztiefe  $d$  des Beugungsgitters und von dessen Beugungseffizienz, wie dies durch Berechnung für Lichtstrahlen mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  von 1,3  $\mu\text{m}$  bzw. der Wellenlänge  $\lambda_2$  von 1,55  $\mu\text{m}$  in dem Fall bestimmt ist, bei dem das Beugungsgitter in einem Substrat mit einem Brechungsindex  $n$  von 1,51 und mit Nuten (oder Schlitzen) jeweils von rechteckigem Querschnitt gebildet ist, wie gezeigt in Fig. 3. Wie aus Fig. 8 ersichtlich, wenn die Nuttiefe  $d$  des Beugungsgitters innerhalb eines Bereichs von 2,5  $\mu\text{m}$  bis 2,6  $\mu\text{m}$  liegt, wird kaum sowohl ein gebeugter Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen oder ein gebeugter Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen für den Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  von 1,3  $\mu\text{m}$  erzeugt, und das Licht wird intakt durch das Beugungsgitter mit im wesentlichen 100% der Lichtmenge übertragen. Demgegenüber werden für den Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  von 1,5  $\mu\text{m}$  sowohl der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen als auch der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen mit einer Beugungseffizienz von etwa 10% erzeugt. Das Phänomen, bei dem der Durchtritt des Lichtstrahls durch das Beugungsgitter weder von einem gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen noch von einem gebeugten Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen begleitet wird, kann wie folgt erklärt werden. Wenn die Nuttiefe  $d$  des Beugungsgitters für eine Wellenlänge  $\lambda$  die folgende Bedingung erfüllt:

$$(n_0 - n_1) \cdot d \approx m \cdot \lambda \quad (3)$$

wobei  $n_0$  den Brechungsindex des Substratmaterials darstellt, welcher das Beugungsgitter bildet,  $n_1$  den Brechungsindex eines Umgebungsmediums (z. B. Luft) des Beugungsgitters darstellt, und  $m$  eine gegebene ganze Zahl darstellt, verhält sich das Beugungsgitter für den Lichtstrahl der

Wellenlänge  $\lambda$ , wie oben erwähnt, so als ob es überhaupt keine Nuten hätte. Auf der anderen Seite gilt für den Lichtstrahl mit einer Wellenlänge, die sich von dieser Wellenlänge  $\lambda$  unterscheidet, die durch den Ausdruck (3) gegebene Beziehung sogar für das gleiche Beugungsgitter nicht, wodurch der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen sowie der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen verfügbar gemacht werden.

Unter diesen Umständen und unter der Annahme, daß eine Lichtsendevorrichtung, die zum Aussenden eines Lichtstrahls mit einer Wellenlänge  $\lambda$  von 1,3  $\mu\text{m}$  konstruiert ist, als die Lichtsendevorrichtung 1 in der optischen Baugruppe gemäß dem in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel eingesetzt wird und daß die Nuttiefe  $d$  des Beugungsgitters 6 im Bereich von 2,5  $\mu\text{m}$  bis 2,6  $\mu\text{m}$  liegt, kann das Beugungsgitter 6 kaum für die Funktion als das Beugungsgitter für den Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  von 1,3  $\mu\text{m}$ , welcher als der Übertragungslichtstrahl verwendet wird, dienen. Demzufolge wird im Übertragungsmodus der Lichtstrahl, der von der Lichtsendevorrichtung 1 ausgegeben wird, durch das Beugungsgitter 6 intakt übertragen, wobei die Lichtmenge von etwa 100% auf die Endfläche 5 der optischen Faser 4 durch die Linse 3 fokussiert wird. Dies bedeutet, daß eine extrem hohe Lichtnutzeffizienz für den Signalübertragungs- oder Sendebetriebsmodus sichergestellt werden kann.

Auf der anderen Seite unterläuft in dem Fall der optischen Baugruppe gemäß dem in Fig. 6 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung oder dem in Fig. 7 gezeigten dritten Ausführungsbeispiel, selbst wenn sowohl der Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  von 1,3  $\mu\text{m}$  als auch der Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  von 1,55  $\mu\text{m}$  gleichzeitig von der Endfläche 5 der optischen Faser 4 austreten und das Beugungsgitter 6 über die Linse 3 erreichen, nur der Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  einer Beugung durch das Beugungsgitter 6, wodurch der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen auf die Lichtempfangsdiode 7 konzentriert oder fokussiert wird. Demgegenüber wird der Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  intakt durch das Beugungsgitter 6 und das Abdeckglas 2 übertragen. Auf diese Weise kann die Lichtempfangsdiode 7 selektiv nur den Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  empfangen. Somit kann das optische Übersprechen vermindert werden, wie es der Fall ist, bei dem das optische Bandpaßfilter eingesetzt wird.

Als nächstes wird mit Bezug auf Fig. 9 eine Beschreibung der optischen Baugruppe gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben, bei dem eine weitere Verbesserung der Lichtnutzeffizienz in sowohl dem Sendemodus als auch dem Empfangsmodus erzielt werden kann, indem das Beugungsgitter 6 optimal konstruiert wird. Es sei daran erinnert, daß die optische Baugruppe gemäß der Erfindung so konstruiert ist, um von einem vorbestimmten gebeugten Lichtstrahl Gebrauch zu machen, der durch das Beugungsgitter 6 als der Sendelichtstrahl oder der Empfangslichtstrahl erzeugt wird. Demgemäß ist es möglich, die Lichtnutzeffizienz im Empfangsmodus sowie im Übertragungs- oder Sendemodus zu verbessern, indem die Beugungseffizienz für den gewünschten gebeugten Lichtstrahl verbessert wird, was dadurch realisiert werden kann, daß die Nuten 20 optimal konstruiert werden, welche in das Beugungsgitter 6 eingeprägt sind.

Fig. 9 ist eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung der Beziehung zwischen der Nuttiefe  $d$  und der Beugungseffizienz für den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen und den gebeugten Hauptlichtstrahl mit

Minuszeichen in einer optischen Baugruppe, welche das Beugungsgitter 6 beinhaltet, und zwar mit den Nuten von jeweils rechteckigem Querschnitt, wie z. B. gezeigt in Fig. 3, und zwar unter der Annahme, daß das Verhältnis zwischen der Teilung P und der Breite W der Nuten (d. h. das Verhältnis W/P) 0,5 beträgt (d. h. die Breite W der Gitternut = die Hälfte der Nutteilung P), daß die Wellenlänge des auf das Beugungsgitter einfallenden Lichtstrahls 1,3 µm beträgt, daß das Substratmaterial, in welchem die Gitternuten eingeprägt sind, einen Brechungsindex von 1,52 hat und daß die Umgebungsumgebungsluft ist (deren Brechungsindex 1,0 beträgt).

Bei dem Beugungsgitter, in welchem die Nuttiefe und der Nutabstand einander gleich sind, können die Beugungseffizienzen der gebeugten Lichtstrahlen geradzahligter Ordnung, außer des nicht gebeugten Lichtstrahls (d. h. des Lichtstrahls nullter Ordnung), zu null gemacht werden. Aus diesem Grunde können der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen sowie der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen mit einer hohen Beugungseffizienz verfügbar gemacht werden, wie aus Fig. 9 ersichtlich. Wenn beispielsweise die Nuttiefe d auf etwa 0,7 µm entworfen ist, kann eine Beugungseffizienz von etwa 20% für sowohl den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen als auch den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen erzielt werden, wobei eine Beugungseffizienz von etwa 40% für den nicht gebeugten Lichtstrahl sichergestellt wird. Somit kann durch Einbau des oben erwähnten Beugungsgitters als das Beugungsgitter 6 in den optischen Baugruppen gemäß den zuvor beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispielen eine zufriedenstellende Lichtnutzeffizienz nicht nur im Empfangsbetriebsmodus sondern auch im Übertragungs- oder Sendebetriebsmodus erzielt werden. Weiterhin ist aus Fig. 9 ersichtlich, daß die Beugungseffizienz für den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen und den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen auf etwa 40% erhöht werden kann. In diesem Fall ist die Beugungseffizienz für den nicht gebeugten Lichtstrahl jedoch 0%. Wenn das gerade erwähnte Beugungsgitter in der optischen Baugruppe gemäß der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden soll, wird demgemäß eine solche Anordnung erforderlich sein, daß der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen als der Sendelichtstrahl verwendet wird, wobei der gebeugte Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen als der Empfangslichtstrahl verwendet wird, oder umgekehrt.

Als nächstes wird ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben werden, bei dem die Nuten (Schlitze) des Beugungsgitters jeweils in einer sägezahn-artigen Form gebildet sind, und zwar in dem Versuch, die Beugungseffizienz des Beugungsgitters zu verbessern.

Fig. 10 ist eine perspektivische Teilansicht, welche einen Hauptteil der optischen Baugruppe zeigt, in welcher ein Beugungsgitter mit sägezahnartigen darin gebildeten Nuten 20 gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung eingesetzt wird. Mit der sägezahnartigen Implementierung der Nuten sei eine solche Implementierung der Nuten 20, welche im Beugungsgitter 6 gebildet sind, gemeint, bei der jede der Nuten eine asymmetrische Form im Querschnitt hat, wie z. B. trapezoid oder dreiecksförmig (d. h. das Verhältnis zwischen der Nuttiefe W und deren Teilung P übersteigt nicht 0,5), so daß das Beugungsgitter einen Querschnitt wie eine Sägezahnordnung darbietet. Mit der Anordnung der Beugungsgitternuten auf eine solche Weise wirkt die Beugung, welche durch das Gitter bewirkt wird, mit

dem Lichtstrahlbrechungseffekt der geneigten Wände der Nuten zusammen, was schließlich zu einem Ungleichgewicht zwischen dem gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen und dem gebeugten Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen führt. Anders gesagt kann die Beugungseffizienz für den Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen erhöht werden, wohingegen jene für den Hauptlichtstrahl mit Minuszeichen vermindert werden kann, verglichen mit der Beugungseffizienz des Beugungsgitters, welches Nuten rechteckförmigen Querschnitts aufweist.

Fig. 11 ist eine Ansicht zur graphischen Veranschaulichung einer Beziehung zwischen der Nuttiefe d und der Beugungseffizienz des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Pluszeichen in der optischen Baugruppe, welche ein Beugungsgitter mit Nuten von jeweils einem dreiecksförmigen Querschnitt beinhaltet, wobei das Verhältnis W/P = 0 gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung gilt. Übrigens sei angenommen, daß die Wellenlänge, der Brechungsindex des Substrats und andere Faktoren die gleichen wie im Fall der zuvor mit Bezug auf Fig. 9 beschriebenen Konstruktion sind. Wie aus Fig. 11 ersichtlich kann die Beugungseffizienz von etwa 40% für den nicht gebeugten Lichtstrahl und den gebeugten Hauptlichtstrahl mit Pluszeichen in dem Fall erhalten werden, bei dem die Nuttiefe d etwa 1,25 µm beträgt. Außerdem zeigt eine vergleichende Untersuchung der Lichtnutzeffizienz in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung mit jener der herkömmlichen optischen Baugruppe, daß, wenn das Beugungsgitter mit den zuvor erwähnten in einer sägezahnartigen Anordnung geformten Nuten in der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung eingesetzt werden, die Beugungseffizienz, die ausreichend für praktische Anwendungen ist, erzielt werden kann, indem zumindest die Nuttiefe d so eingestellt wird, daß die Beziehung, welche durch den folgenden Ausdruck (4) gegeben ist, erfüllt werden kann.

$$d \geq 0,3 \lambda / (n_0 - n_1) \quad (4)$$

wobei  $\lambda$  die Wellenlänge des gebeugten Lichtstrahls darstellt,  $n_0$  einen Brechungsindex eines Substratmaterials darstellt, welcher das Beugungsgitter bildet, und  $n_1$  einen Brechungsindex eines Umgebungsmediums darstellt, welches in Kontakt mit dem Beugungsgitter ist (wie z. B. Umgebungsluft).

Wie nun aus dem Obigen anerkannt werden wird, kann, indem in die optische Baugruppe gemäß der Erfindung das Beugungsgitter 6 eingebaut wird, in welches die Nuten 20 in einer sägezahn-artigen Anordnung eingeprägt sind, die Beugungseffizienz des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Pluszeichen, welcher als der Empfangslichtstrahl verwendet wird, signifikant verbessert werden, ohne die Beugungseffizienz des nicht gebeugten Lichtstrahls, welcher als der Träger zum Übertragen oder Senden von Daten oder eines Informationssignals verwendet wird, zu vermindern. Außerdem ist die sägezahn-artige Implementierung der Nuten des Beugungsgitters wirksam zum Reduzieren der Lichtmenge des gebeugten Hauptlichtstrahls mit Minuszeichen, welcher anderweitig zu Streulicht wird, ohne als der Übertragungslichtstrahl oder der Empfangslichtstrahl verwendet zu werden. Somit kann schließlich ein Vorteil erhalten werden, daß die Verschlechterung durch optisches Übersprechen aufgrund des Streulichts verhindert oder auf ein Minimum unterdrückt werden kann.

Als nächstes wird eine Beschreibung über die opti-

sche Baugruppe gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung gegeben werden, welches auf die Verhinderung der Verschlechterung durch optisches Übersprechen zielt, welches möglicherweise durch Streulicht hervorgerufen wird.

Fig. 12 ist eine Teilschnittansicht, welche schematisch einen Hauptteil der optischen Baugruppe gemäß dem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, welche so implementiert ist, um eine Verschlechterung durch optisches Übersprechen aufgrund von Streulicht abzumildern oder zu unterdrücken. In Fig. 12 sind gleiche oder ähnliche Teile, wie sie in den Fig. 6 und 7 gezeigt sind, durch die Verwendung ähnlicher Bezugssymbole bezeichnet.

In der optischen Baugruppe gemäß der Erfindung wird ein Sendelichtstrahl 100, welcher durch die Lichtsendevorrichtung 1 ausgestrahlt wird, in einen nicht gebeugten Lichtstrahl 101, einen gebeugten Hauptlichtstrahl 102 mit Pluszeichen und einen gebeugten Hauptlichtstrahl 103 mit Minuszeichen aufgeteilt, wie veranschaulicht in Fig. 12. Von diesen gebeugten Lichtstrahlen sind der gebeugte Hauptlichtstrahl 102 mit Pluszeichen und der gebeugte Hauptlichtstrahl 103 mit Minuszeichen von der Übertragung durch die optische Faser 4 ausgeschlossen, werden jedoch an inneren Wänden 15 und 16 des Faserhalters 14 der optischen Baugruppe reflektiert, wie gezeigt bei 212 und 213, und zwar nach Durchlauf durch die Linse 3; und verhalten sich als Streulicht. Unter diesen Umständen wird, wenn eine solche Anordnung eingenommen wird, daß die Signalübertragung oder das Senden und der Signalempfang durch eine einzige optische Baugruppe ausgeführt werden, der Einfall oder das Auftreffen des oben erwähnten Streulichts die optischen Übersprechcharakteristiken zwischen dem Übertragungslichtstrahl und dem Empfangslichtstrahl verschlechtern, was seinerseits die Empfangsleistungsfähigkeit der optischen Baugruppe verschlechtern wird.

Mit der Struktur der optischen Baugruppe gemäß dem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung, gezeigt in Fig. 12, ist daran gedacht, die Verschlechterung im optischen Übersprechen aufgrund von Streulicht zu verhindern oder zu unterdrücken. Insoweit ist die optimale geometrische Konfiguration des Faserhalters 14 so realisiert, daß die Normalen zu den inneren Wandoberflächen 15 und 16 des Faserhalters 14 nicht parallel zu den optischen Achsen der Lichtstrahlen 202 und 203 verlaufen, welche auf diese Wandoberflächen einfallen. (Im Falle des in Fig. 2 veranschaulichten Ausführungsbeispiels sind die Lichtstrahlen 202 und 203 durch vorbestimmte Winkel  $\alpha$  bzw.  $\beta$  relativ zur Normalen gezeigt.) Mittels einer solchen Anordnung werden die Lichtstrahlen 212 und 213, welche an den inneren Wandoberflächen des Faserhalters 14 reflektiert werden, in den Richtungen verlaufen, die sich von jenen der einfallenden Lichtstrahlen 202 bzw. 203 unterscheiden. Aus diesem Grunde wird, selbst wenn das Streulicht auf das Beugungsgitter 6 über die Linse 3 auftreffen sollte, der resultierende gebeugte Lichtstrahl in einer Richtung verlaufen, welche nicht in Richtung auf die Lichtempfangsdiode 7 orientiert ist. In ähnlicher Weise wird durch Anwenden einer solchen Anordnung, daß die Normale zur Ebene der Endfläche 5 der optischen Faser 4 nicht parallel zur optischen Achse des Übertragungslichtstrahls 104 ist, welcher auf die Endfläche 5 einfällt (jedoch geneigt mit einem vorbestimmten Winkel  $\gamma$ , ein Teil des Übertragungslichtstrahls 104, welcher an der Endfläche 105 reflektiert wird, ohne in die optische Fa-

ser 4 einzudringen, und der Streulicht wird, in der Richtung verlaufen, welche nicht zur Lichtempfangsdiode 7 führt. Wenn insbesondere die Innenfläche 5 der optischen Faser 4 so geneigt ist, daß der reflektierte Lichtstrahl 114 entgegengesetzt zu jener Richtung läuft, die zur Lichtempfangsdiode 7 führt, wie veranschaulicht in Fig. 12, kann der nachteilige Einfluß des Streulichts noch wirksamer unterdrückt werden, wodurch das optische Übersprechen weiter reduziert werden kann.

In diesem Zusammenhang muß auch darauf hingewiesen werden, daß es durch Reduzieren des Reflexionsvermögens der Innenwandoberfläche des Faserhalters und der Endfläche der optischen Faser möglich wird, die Intensität des Streulichts zu verringern und somit das optische Übersprechen vor einer Verschlechterung zu schützen, und zwar zusätzlich oder anstelle der oben beschriebenen Maßnahmen zum Reduzieren von Streulicht. Als ein typisches Verfahren zum Reduzieren des Reflexionsvermögens der Innenwandoberfläche des Faserhalters und der Endoberfläche der optischen Faser kann ein Verfahren des Aufbringens eines Oxidfilms mit einem niedrigen Reflexionsvermögen für die Wellenlänge des betreffenden Lichtstrahls erwähnt werden, welches Verfahren in der Technik an sich bekannt ist.

Fig. 13 ist ein Blockdiagramm, welches schematisch und allgemein eine Struktur zeigt, auf welche die optische Baugruppe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist. Es versteht sich jedoch von selbst, daß die hier beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispiele der optischen Baugruppe gleichermaßen eingesetzt werden können. Somit sind in Fig. 13 gleiche oder ähnliche Teile, wie jene zuvor erwähnten, durch ähnliche Bezugssymbole bezeichnet, und deren wiederholte Beschreibung ist weggelassen.

Im Signalempfangsmodus unterläuft der Lichtstrahl 108, welcher auf die Erfassungsfläche der Lichtempfangsdiode 7 auftrifft, einer photoelektrischen Umwandlung, woraufhin der Signalstrom, der daraus resultiert, als ein Informations- oder Datensignal über Operationen eines Strom-Spannungs-Wandlers 50a, einer Wellenformungsvorrichtung 51 und eines Demodulators 52 wiedergewonnen wird.

Auf der anderen Seite wird bei der Signalübertragungs- oder Sendeoperation ein Trägerstrom an einen Modulator 53 geliefert, der mit einem zu übertragenden Daten- oder Informationssignal moduliert werden soll, wobei als ein Ergebnis davon ein Halbleiterlaser-Ansteuersignal vom Modulator 53 ausgegeben wird. Das Halbleiterlaser-Ansteuersignal wird an die Halbleiterlaser-Ansteuervorrichtung 54 gesandt, welche ihrerseits an die Lichtsende-Halbleitervorrichtung 1 einen Halbleiterlaser-Ansteuerstrom entsprechend dem vorgeordneten Ansteuersignal liefert. Somit emittiert die Lichtsendevorrichtung 1 einen Lichtstrahl, dessen Leistung mit dem zu übertragenden Signal moduliert ist.

Übrigens sollte erwähnt werden, daß der Halbleiterlaser-Ansteuervorrichtung 54 das Ausgangssignal der Monitordiode 8 über einen Strom-Spannung-Wandler 50b zugeführt wird, wodurch die Lichtsendeleistung der Lichtsendevorrichtung 1 über eine Rückkopplungsschleife gesteuert wird.

Weiterhin ist eine Steuereinheit 55 mit dem Demodulator 52 und der Halbleiterlaser-Ansteuervorrichtung 54 zum Steuern der Zeitgabe für die Sende-/Empfangsoperationen verbunden.

Eine Verbindung der optischen Baugruppe und der Sende-/Empfangseinheiten auf die oben beschriebene

und in Fig. 13 veranschaulichte Weise ermöglicht es, ein optisches Signalübertragungssystem, wie z. B. ein optisches Signalkommunikationssystem, für praktische Zwecke zu realisieren.

Fig. 14 ist ein Blockdiagramm, welches schematisch einen Hauptteil eines anderen optischen Kommunikationssystems zeigt, bei dem die optischen Baugruppen gemäß der Erfindung eingesetzt werden. Die optischen Elemente und die elektrischen/elektronischen Teile, die in dem in Fig. 14 gezeigten System eingesetzt werden, sind im wesentlichen die gleichen wie jene in Fig. 13 und sind durch ähnliche Bezugssymbole bezeichnet. Im Falle des gerade betrachteten Systems wird angenommen, daß zwei diskrete Signallichtstrahlen mit den Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$ , die sich voneinander unterscheiden, durch die optische Faser 4 übertragen werden sollen, wobei der Empfangslichtstrahl 105a der Wellenlänge  $\lambda_1$  und der Empfangslichtstrahl 105b der Wellenlänge  $\lambda_2$  gleichzeitig von der Endfläche 5 der optischen Faser in jeder der optischen Baugruppen gleichzeitig ausgegeben werden. Von diesen Empfangslichtstrahlen ruft der Empfangslichtstrahl 105b mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  den gebeugten Hauptlichtstrahl 108b mit Pluszeichen über die Linse 3 und das Beugungsgitter 6 hervor; wobei der gebeugte Hauptlichtstrahl 108b mit Pluszeichen auf die Lichtempfangsfläche der Lichtempfangsdiode 7 konzentriert wird. Ein Signalstrom, der aus der photoelektrischen Umwandlung resultiert, wird zum Strom-Spannung-Wandler 50b geliefert, welcher in der Sende-/Empfangeinheit 60 enthalten ist, und ein empfangenes Signal (2) kann über die Wellenformungsschaltung 51, den Demodulator 52b und andere abgeleitet werden. Auf der anderen Seite wird der Empfangslichtstrahl 105a mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  durch das Beugungsgitter 6 und das Abdeckglas 2 übertragen und trifft auf die Lichtsendevorrichtung 1' als ein Lichtstrahl 107a. Obri- gens wird in dem optischen Kommunikationssystem und dem optischen Übertragungssystem, welches die Erfindung betrifft, ein sog. "Zeitkompressionsmultiplex"-Schema allgemein verwendet, gemäß welchem die Übertragung und der Empfang eines Signals abwechselnd wiederholt wird, ohne ein Überlappen dazwischen zu verursachen. Demgemäß ist unter der Annahme, daß die Erfindung auf ein Zeitkompressions-Multiplexsystem angewandt wird, die Lichtsendevorrichtung 1' ausgeschaltet oder inaktiv während einer Periode, bei der der Lichtstrahl 107a auf die Lichtsendevorrichtung 1 einfällt. Somit ist der Lichtsendevorrichtung 1' in dem System gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Erfindung eine solche Funktion verliehen, daß sie den Lichtstrahl mit der Wellenlänge von z. B. 1,3  $\mu\text{m}$  im Übertragungsmodus ausstrahlt, während der Lichtstrahl, der auf die Lichtsendevorrichtung 1' einfällt, im nicht angeregten oder inaktiven Zustand im Empfangsmodus erfaßt (oder geführt) wird. Als die Lichtsendevorrichtung mit der Lichterfassungsfunktion auf diese Weise kann eine Halbleiterlaservorrichtung erwähnt werden, welche als ein optischer Wellenleiter im nicht angeregten oder inaktiven Zustand arbeitet, um dadurch einen Teil eines Lichtstrahls, der auf eine vordere Endfläche einfällt, in eine hintere Endfläche einzuführen, um dadurch die Monitordiode 8 abseitig der Endoberfläche zu beleuchten.

Man nehme an, daß die Halbleiterlaservorrichtung des oben erwähnten Typs als die Lichtsendevorrichtung 1' verwendet wird. In diesem Fall wird beim Übertragungs- oder Sendebetrieb ein Lichtstrahl von der vorderen Endfläche mit einer vorbestimmten Lichtmenge

ausgestrahlt, während die Monitordiode 8 durch einen Lichtstrahl beleuchtet wird, der von der hinteren Endfläche mit einer vorbestimmten Lichtmenge ausgestrahlt wird, was im Verhältnis zur oben erwähnten Lichtmenge steht, die von der vorderen Endfläche ausgestrahlt wird. Die Ausgabe der Monitordiode 8 wird zurück zur Halbleiterlaser-Ansteuerschaltung 54 als ein Lichtsende-Leistungssteuerungssignal für die Halbleiterlaservorrichtung 1' über einen Strom-Spannung-Wandler 50a, der in der Sende-/Empfangeinheit 60 eingebaut ist, gespeist. Obri- gens wird zu der Halbleiterlaser-Ansteuerschaltung 54 ein zu übertragendes Signal eingegeben, welches von der Modulation durch den Modulator 53 resultiert, wodurch ein Halbleiterlaser-Ansteuerstrom, der dem zuvor erwähnten Signal entspricht, an die Halbleiterlaservorrichtung 1' von der Halbleiterlaser-Ansteuerschaltung 54 geliefert wird. Demzufolge strahlt die Halbleiterlaservorrichtung 1' einen entsprechend modulierten Lichtstrahl zur Übertragung aus.

Auf der anderen Seite wird beim Empfangsbetrieb ein Teil des Lichtstrahls 107a, der auf die Endfläche der Halbleiterlaservorrichtung 1' einfällt, wie hier zuvor beschrieben, intern durch die Halbleiterlaservorrichtung 1' geführt, um von der hinteren Endfläche zum Beleuchten der Monitordiode 8 ausgestrahlt zu werden. Ein Empfangssignalstrom, entsprechend der Lichtmenge, mit der die Monitordiode 8 beleuchtet ist, wird von der Monitordiode 8 ausgeliefert, wodurch ein erstes Empfangssignal (1) über den Strom-Spannung-Wandler 50a, eine Wellenformungsschaltung 51a und den Demodulator 52a erhalten wird. Die Halbleiterlaser-Ansteuerschaltung 54 und der Demodulator 50a sind über die Steuereinheit 55 gesteuert, welche den Sendemodus und den Empfangsmodus untereinander in einer automatischen Weise austauschen kann.

Zu diesem Zeitpunkt wird angemerkt, daß der nicht gebeugte Lichtstrahl 107b der Wellenlänge  $\lambda_2$  ebenso auf die vordere Endfläche der Halbleiterlaservorrichtung 1' zusätzlich zum Lichtstrahl 107a auftrifft, was eine Verschlechterung im optischen Übersprechen zwischen den empfangenen Signalen (1) und (2) hervorrufen kann, was die Möglichkeit einer beeinträchtigten Empfangsleistungsfähigkeit für das Empfangssignal (1) zur Folge haben kann. Um mit diesem Problem umzugehen, sollte ein optisches Bandpaßfilter, welches konstruiert ist, um für den Lichtstrahl mit der Wellenlänge  $\lambda_1$  durchlässig zu sein, während es den Lichtstrahl der Wellenlänge  $\lambda_2$  reflektiert, vorzugsweise an der vorderen Endfläche der Halbleiterlaservorrichtung 1' angeordnet werden. Aufgrund dieser Anordnung kann das ausreichend reduzierte optische Übersprechen realisiert werden.

Es sollte hinzugefügt werden, daß die Lichtsendevorrichtung, die in der optischen Baugruppe gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eingesetzt werden kann, nie auf die oben erwähnte Halbleiterlaservorrichtung beschränkt ist, sondern es kann jede Vorrichtung eingesetzt werden, die in der Lage ist, die hier zuvor beschriebene Lichtsendefunktion und die Photodetektorfunktion aufzuweisen. Wenn eine Vorrichtung, die gleichzeitig für die Lichtsendefunktion und die Photodetektorfunktion dient, verwendet wird, ist das Sende-/Empfangsschema nicht auf das Zeitkompressions-Multiplex-System beschränkt, sondern es kann jedes gewünschte Übertragungssystem ziemlich willkürlich angewandt werden.

In der vorangegangenen Beschreibung verschiedener

Ausführungsbeispiele der Erfindung ist angenommen worden, daß die optische Baugruppe eine einzige Lichtsendevorrichtung aufweist, wobei ein davon ausgestrahlter Lichtstrahl über eine einzige optische Faser übertragen wird. Es sollte jedoch anerkannt werden, daß die Erfindung nie auf eine solche Anordnung beschränkt ist. Mit anderen Worten kann eine Vielzahl von Lichtsendevorrichtungen in einer einzigen optischen Baugruppe mit einer Vielzahl von optischen Fasern, welche zum Verbinden der optischen Baugruppen verwendet werden, eingebaut werden, ohne vom Geist und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Insoweit kann eine Halbleiterlasermatrix als die Lichtsendevorrichtung eingesetzt werden, wobei eine Vielzahl von optischen Fasern separat mit den einzelnen Halbleiterlaserelementen in der Matrix gekoppelt sein kann. Außerdem können die gebeugten Hauptlichtstrahlen mit Pluszeichen und Minuszeichen und der nicht gebeugte Lichtstrahl, welche aus einem einzigen Laserstrahl durch das Beugungsgitter erzeugt sind, optisch jeweils mit separaten optischen Fasern gekoppelt sein.

Weiterhin versteht es sich von selbst, daß die optischen Baugruppen (bidirektionale optische Send- und Empfangsbaugruppen) gemäß den verschiedenen so weit beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung in einer Vielfalt von optischen Kommunikationssystem eingesetzt werden können.

#### Patentansprüche

1. Optische Send- und Empfangsbaugruppe, welche aufweist:

- eine Lichtsendevorrichtung (1; 1');
  - einen Photodetektor (7; 7a, 7b);
  - ein optisches Element (3) zum Einführen eines Lichtstrahls, der von der Lichtsendevorrichtung ausgestrahlt ist, in einen vorbestimmten optischen Übertragungsweg (4);
  - ein Gehäuse (12) zum Aufnehmen von zumindest der Lichtsendevorrichtung (1; 1') und des Photodetektors (7; 7a, 7b);
  - ein Fenster; welches in dem Gehäuse (12) gebildet ist und mit einem transparenten Element (2) versehen ist; und
  - ein Beugungsgitter (6) mit Nuten (20) geradliniger oder krummliniger Linienführung, welche entweder an einer oberen Oberfläche oder in alternativer Weise an einer unteren Oberfläche des transparenten Elements (2) vorgesehen sind.

2. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 1, wobei zumindest das Beugungsgitter (6) und das transparente Element (2) rotierbar um eine vorbestimmte Achse montiert sind, welche sich im wesentlichen parallel zur optischen Achse des Lichtstrahls erstreckt, der durch das transparente Element (2) tritt.

3. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 1, wobei der Photodetektor (7) eine Lichtempfangsoberfläche entweder einer rechteckigen Form oder einer trapezoiden Form oder einer elliptischen Form hat, wobei sich die Längsachse in einer Richtung erstreckt, welche im wesentlichen parallel zu einer geraden Linie ist, die den Photodetektor und das Lichtempfangselement verbindet.

4. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 1, wobei die Baugruppe weiterhin

aufweist:

— ein optisches Bandpaßfilter (30), welches an einem optischen Weg angeordnet ist, der sich von dem optischen Übertragungsweg (4) zum Photodetektor (7) erstreckt, um zu ermöglichen, daß ein Lichtstrahl einer vorbestimmten Wellenlänge in selektiver Weise dadurch hindurchtritt.

5. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 1, wobei eine Beugungseffizienz des Beugungsgitters (6) für einen ersten Lichtstrahl (105), der aus dem optischen Übertragungsweg (4) austritt, einer Beugung des Beugungsgitters (6) unterlaufen ist und die Lichtempfangsvorrichtung (7) erreicht, die gleiche oder eine höhere ist als die Beugungseffizienz des Beugungsgitters (6) für einen zweiten Lichtstrahl (104), welcher von der Lichtsendevorrichtung (1) ausgestrahlt wird und auf den optischen Übertragungsweg (4) über das Beugungsgitter (6) einfällt.

6. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 5, wobei das Beugungsgitter (6) eine Nuttiefe hat, welche der folgenden Beziehung genügt:

$$d \approx m \cdot \lambda_2 / (n_0 - n_1),$$

wobei d die Nuttiefe darstellt,

$n_0$  einen Brechungsindex eines Substratmaterials darstellt, aus welchem das Beugungsgitter aufgebaut ist,

$n_1$  einen Brechungsindex eines Umgebungsmediums darstellt, welches in Kontakt mit dem Beugungsgitter ist,

$\lambda_2$  die Wellenlänge des zweiten Lichtstrahles darstellt, und

m eine ganze Zahl darstellt.

7. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 5, wobei die Beugungseffizienz des Beugungsgitters (6) für den ersten Lichtstrahl größer als 40% ist.

8. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 5, wobei die Nuten (20) des Beugungsgitters im Querschnitt jeweils in einer sägezahn-artigen Form (Fig. 10) gebildet sind.

9. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 7, wobei die Nuten des Beugungsgitters im Querschnitt jeweils in einer sägezahn-artigen Form gebildet sind.

10. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 8, wobei das Beugungsgitter (20) eine Nuttiefe (d) aufweist, welche der folgenden Beziehung genügt:

$$d \geq 0,3 \lambda_1 / (n_0 - n_1),$$

wobei d die Nuttiefe darstellt,

$n_0$  einen Brechungsindex eines Substratmaterials darstellt, aus welchem das Beugungsgitter aufgebaut ist,

$n_1$  einen Brechungsindex eines Umgebungsmediums darstellt, welches in Kontakt mit dem Beugungsgitter ist, und

$\lambda_1$  die Wellenlänge des ersten Lichtstrahls darstellt.

11. Optische Send- und Empfangsbaugruppe gemäß Anspruch 9, wobei das Beugungsgitter (20) eine Nuttiefe (d) aufweist, welche der folgenden Beziehung genügt:

$$d \geq 0,3 \lambda_1 / (n_0 - n_1)$$

wobei  $d$  die Nuttiefe darstellt,  
 $n_0$  einen Brechungsindex eines Substratmaterials  
darstellt, aus welchem das Beugungsgitter aufge- 5  
baut ist.

$n_1$  einen Brechungsindex eines Umgebungsme-  
diums darstellt, welches in Kontakt mit dem Be-  
ugungsgitter ist, und

$\lambda_1$  die Wellenlänge des ersten Lichtstrahls darstellt. 10

12. Optische Sende- und Empfangsbaugruppe ge-  
mäß Anspruch 1, wobei eine Normale zur Ebene  
der Endfläche (5) des optischen Übertragungswegs  
(4) oder Normalen zu den Ebenen innerer Oberflä-  
chenabschnitte des Gehäuses (12), auf welche 15  
gebeugte Lichtstrahlen (102, 103; 202, 203) durch das  
Beugungsgitter erzeugt werden, sich nicht parallel  
zu den optischen Achsen des gebeugten Licht-  
strahls erstrecken.

13. Optische Sende- und Empfangsbaugruppe ge- 20  
mäß Anspruch 1, wobei die Lichtsendevorrichtung  
(1) eine Funktion zum Emittieren eines Licht-  
strahls gemäß eines vorbestimmten elektrischen Si-  
gnals und eine Photodetektierfunktion zum Ausge-  
ben eines vorbestimmten elektrischen Signals ge- 25  
mäß einer Lichtmenge eines Lichtstrahls, der auf  
die Lichtsendevorrichtung einfällt, aufweist.

14. Optisches Kommunikationssystem mit einer op-  
tischen Sende- und Empfangsbaugruppe, welche ei-  
ne Lichtsendevorrichtung (1), einen Photodetektor 30  
(7), ein optisches Element (3) zum Einführen eines  
von der Lichtsendevorrichtung (1) ausgestrahlten  
Lichtstrahls in einen vorbestimmten optischen  
Übertragungsweg (4), ein Gehäuse (12) zum Auf-  
nehmen zumindest der Lichtsendevorrichtung und 35  
des Photodetektors, ein Fenster; welches in dem  
Gehäuse gebildet ist und mit einem transparenten  
Element (2) versehen ist, und ein Beugungsgitter (6)  
mit Nuten geradliniger oder krummliniger Linien-  
führung, die an einer oberen Oberfläche oder einer 40  
unteren Oberfläche des transparenten Elements (2)  
vorgesehen sind, aufweist.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

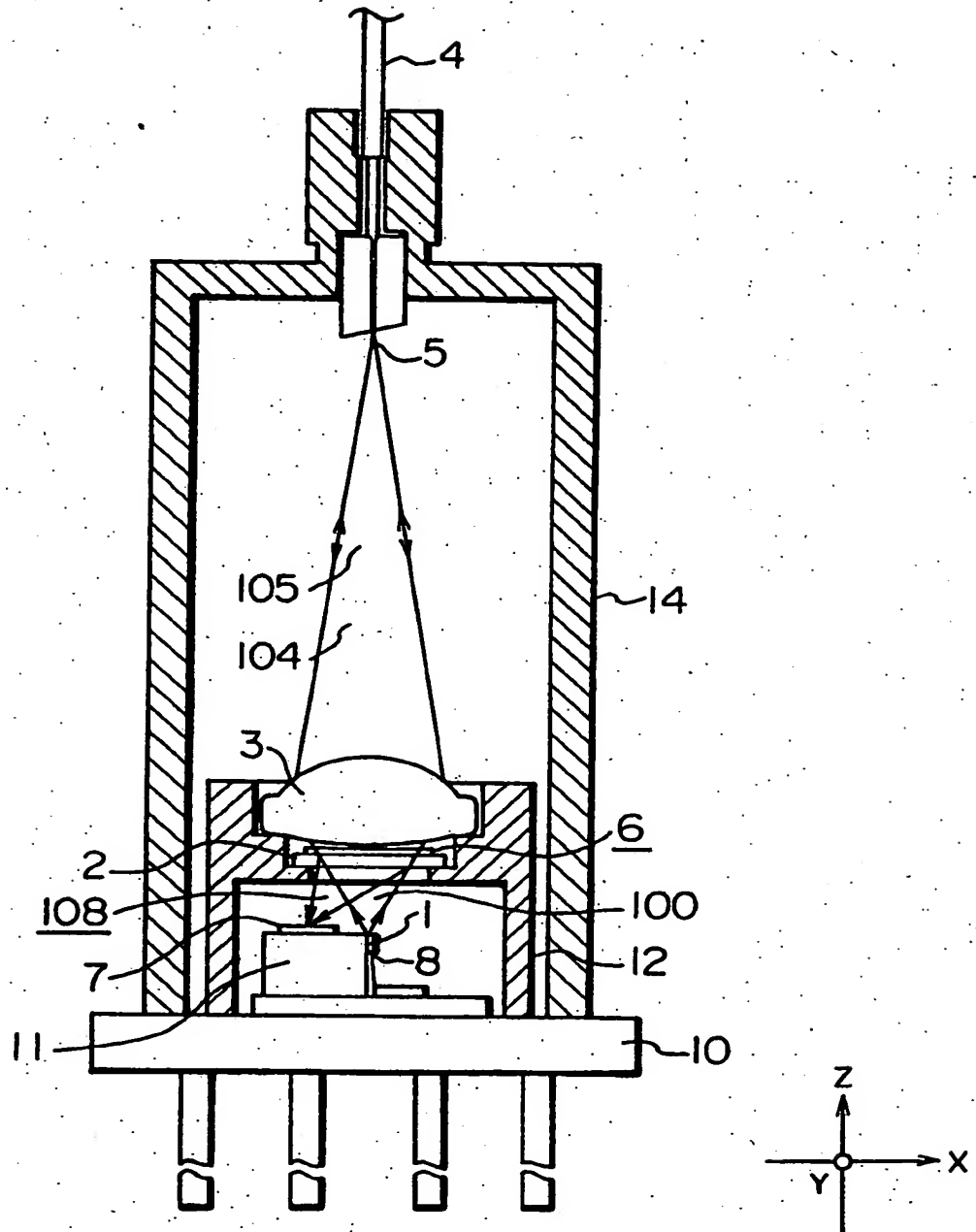


FIG. 2

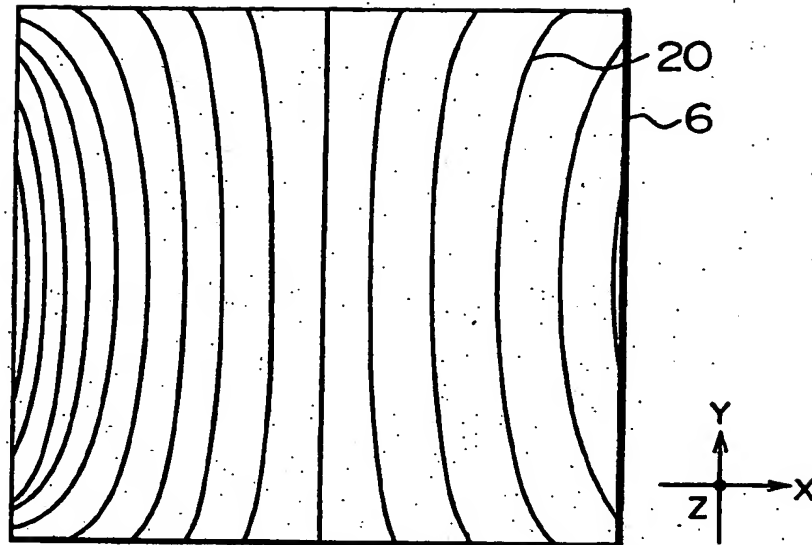


FIG. 3

VON OPTISCHER FASER-  
ENDFLÄCHE 5

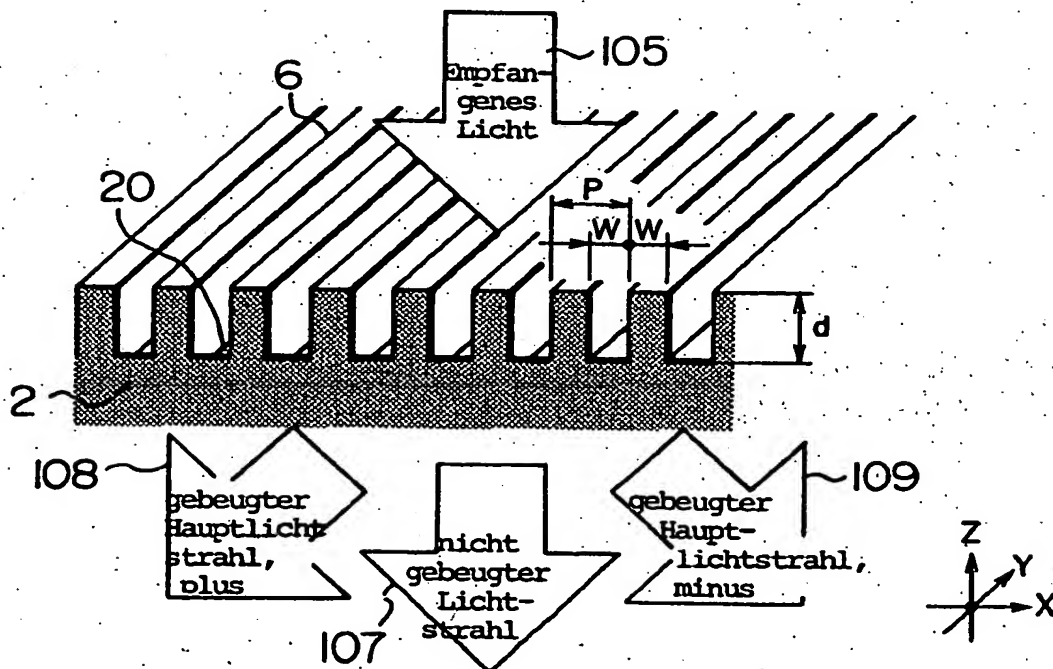


FIG. 4

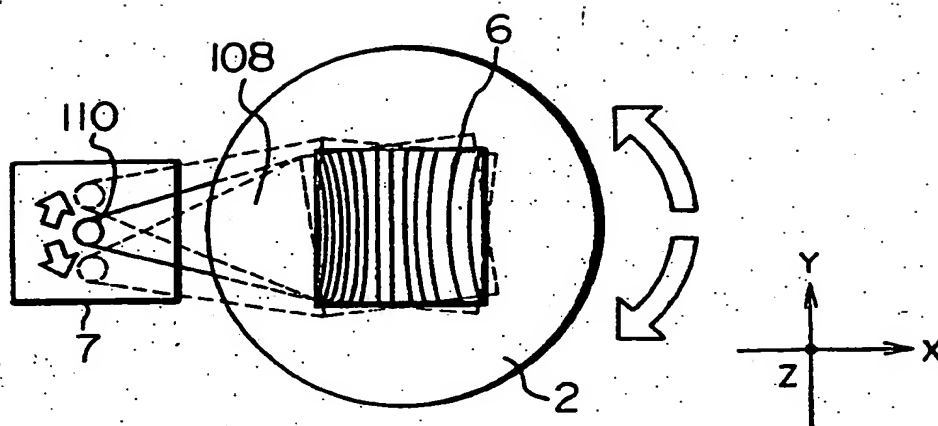


FIG. 5

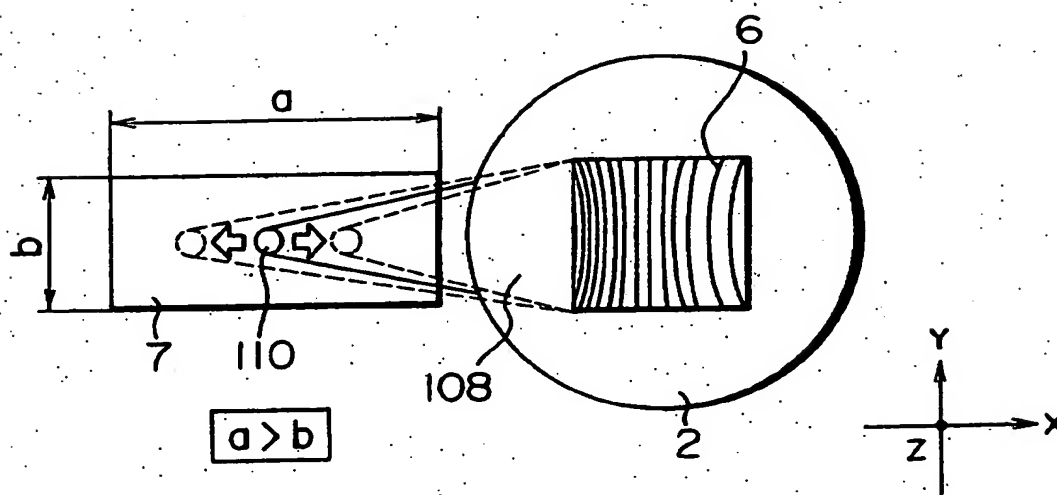


FIG. 6

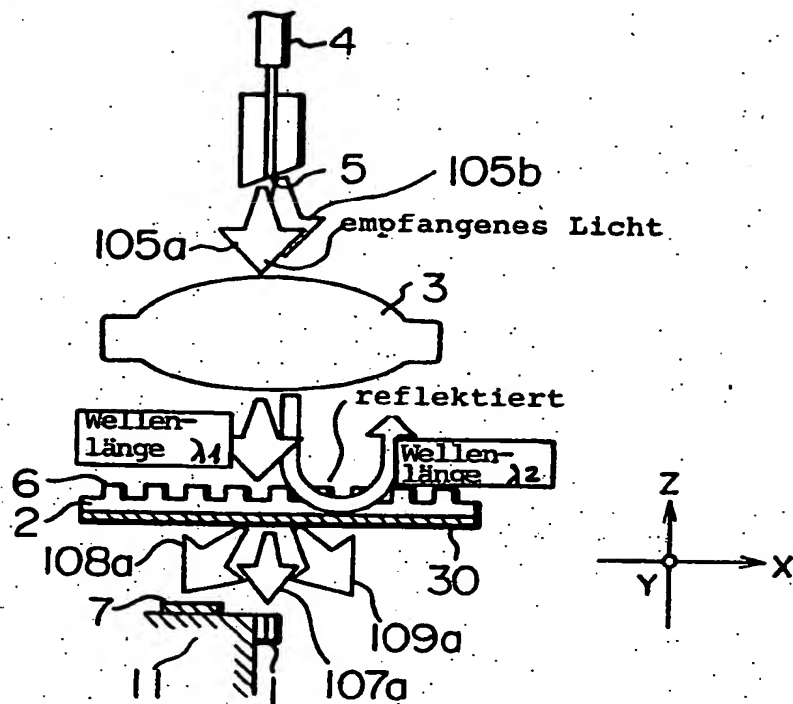


FIG. 7

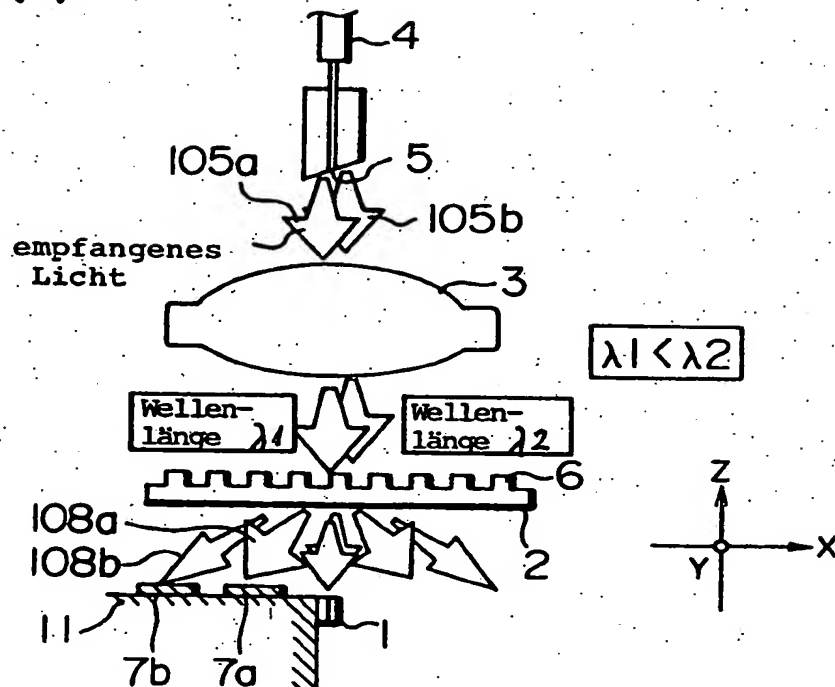


FIG. 8

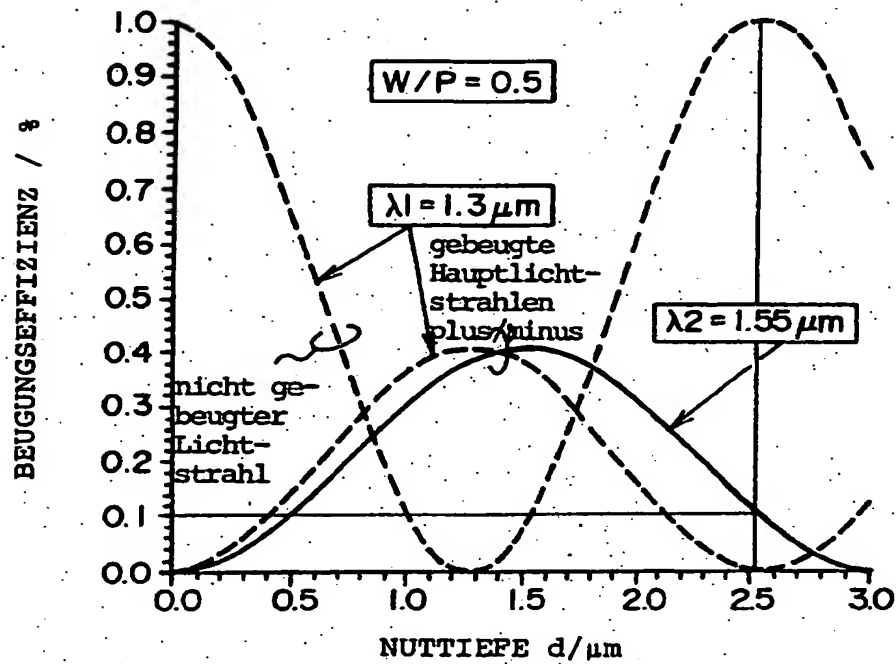


FIG. 9

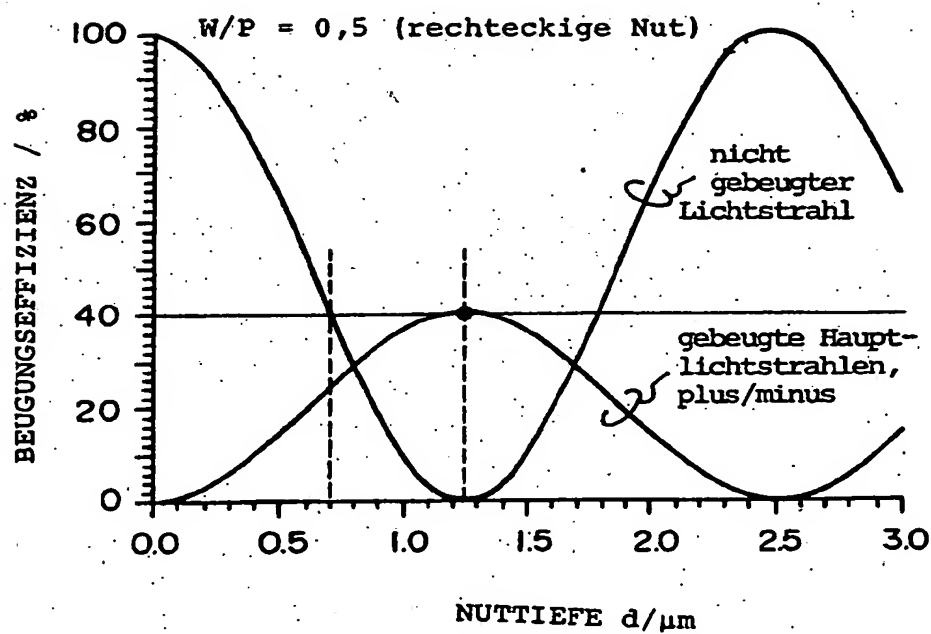


FIG. 10

VON OPTISCHER  
FASERENDFLÄCHE 5

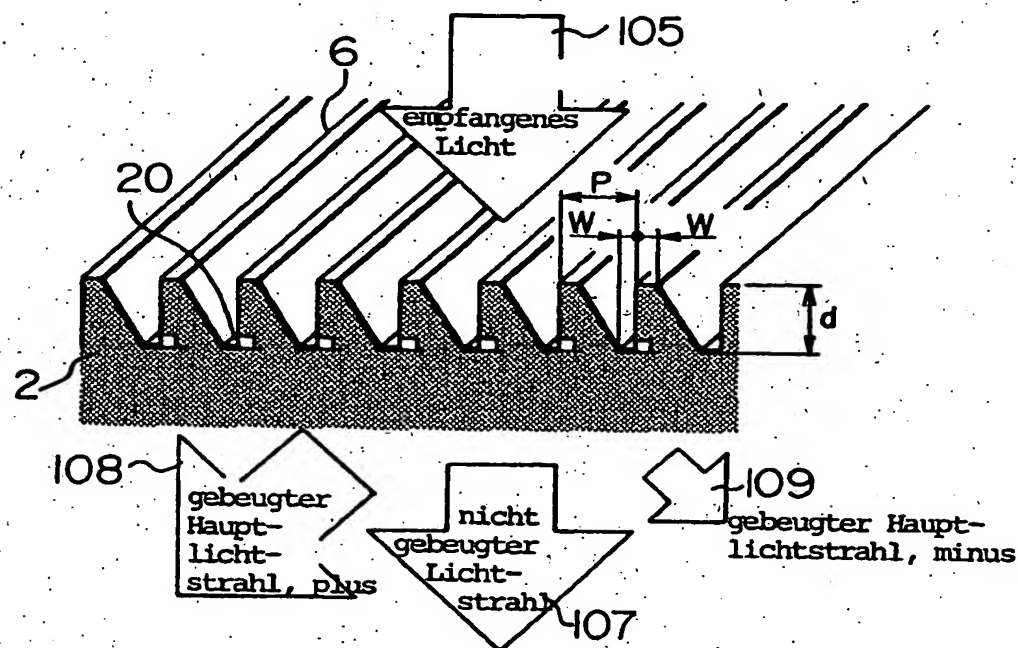


FIG. II

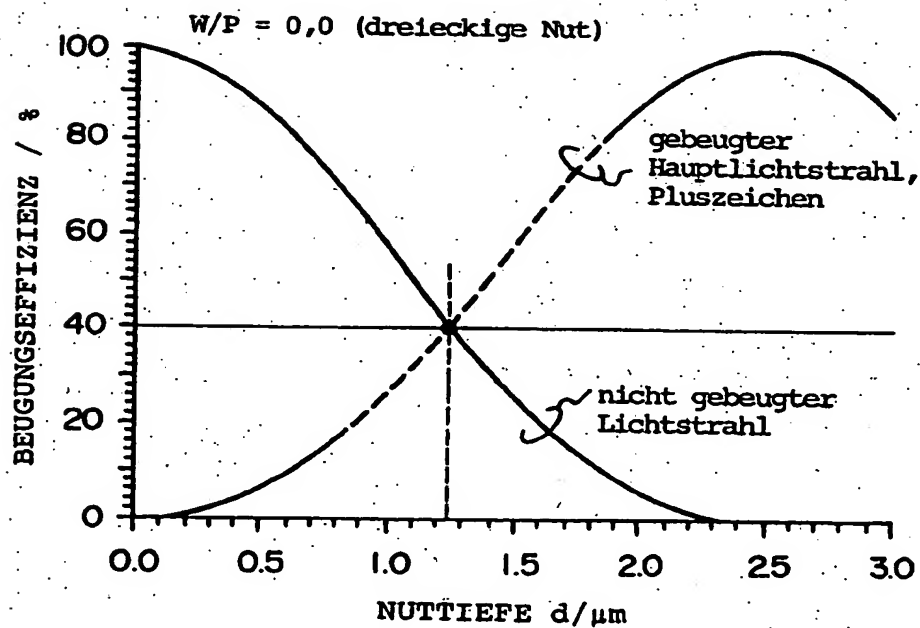


FIG. 12

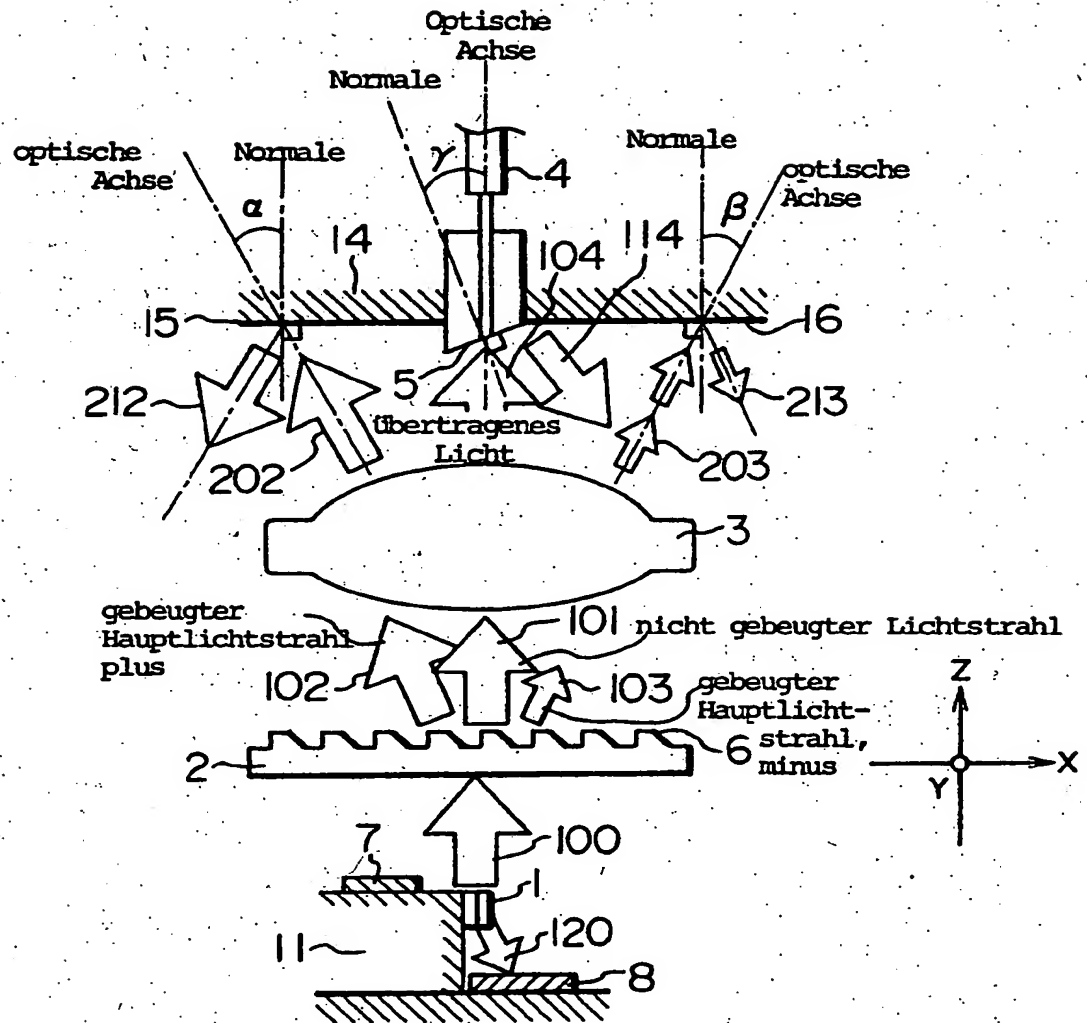


FIG. 13

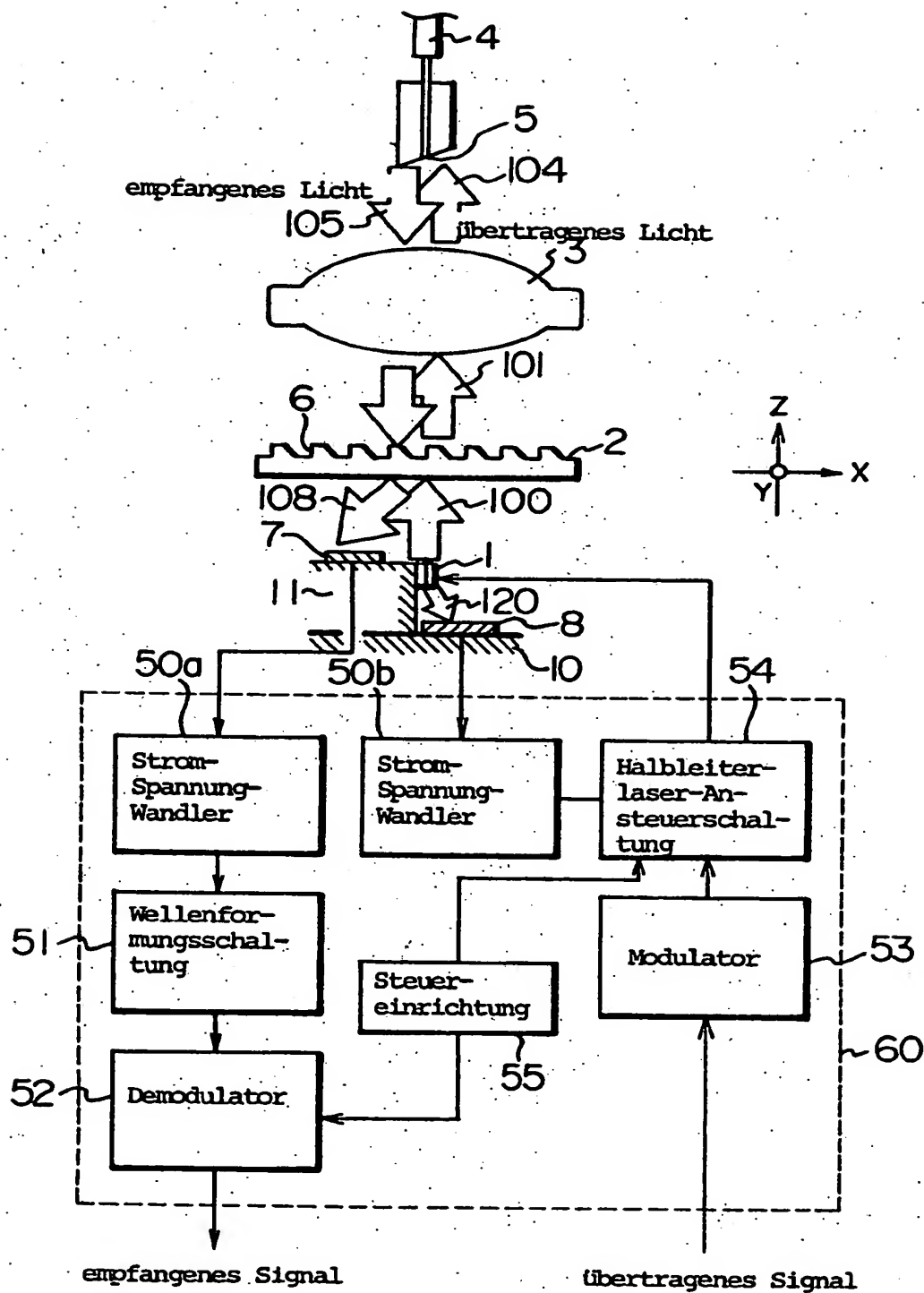


FIG. 14

